

La población medieval de Kabbāl (Capilla, Badajoz): estudio histórico-arqueológico de su territorio y la red defensiva andalusí a partir de Tecnologías de Información Geográfica

Trabajo de Fin de Máster

**Máster en Tecnologías de la Información Geográfica
Curso 2014/2015**

Autor: Jorge Canosa Betés

Directora: Carmen Mínguez García

Facultad de Geografía e Historia
Universidad Complutense de Madrid

Índice

1. Introducción	3
2. Contexto histórico y geográfico.....	4
2.1. Organización y poblamiento del territorio andalusí	4
2.2. Contexto geográfico	6
2.3. Capilla antes de Kabbāl: contexto arqueológico	7
2.4. Kabbāl dentro de al-Andalus	10
2.5. El fin de la Kabbāl andalusí.....	11
2.5.1 Contexto geopolítico	11
2.5.2 Conquista de Kabbāl.....	12
2.6. El yacimiento arqueológico de Kabbāl	14
3. Creación de los espacios de trabajo	15
3.1. Escala de trabajo	15
3.2. Características de la muestra	16
3.2.1 Pequeña escala.....	16
3.2.2 Gran escala: Catálogo de fortificaciones islámicas	16
3.3. Generación de las superficies de trabajo	18
3.3.1 Restitución fotogramétrica de la topografía del embalse	18
3.3.2 Integración de la topografía del embalse sobre modelos digitales existentes.....	20
3.3.3 Modelos digitales en los espacios de trabajo	20
3.4. Usos potenciales del suelo	22
3.5. Superficies de coste.....	24
3.5.1 Superficies de coste en Arqueología.....	24
3.5.2 Metodología de trabajo	27
4. El <i>ḥiṣn</i> de Kabbāl en su entorno	28
4.1. Kabbāl en su entorno geográfico: análisis de captación de recursos	28
4.2. Kabbāl en su entorno social	31
4.2.1 Accesibilidad al <i>ḥiṣn</i>	31
4.2.2. Kabbāl en la red de poblamiento local.....	34
4.2.3. Aproximación mediante SIG a la defensa de Kabbāl.....	34
5. Análisis de la red defensiva andalusí	37
5.1. Acerca de la red defensiva y su funcionalidad	37
5.2. SIG aplicado a los itinerarios andalusí	38
5.2.1 El itinerario Córdoba-Miknāsa.....	40

5.2.2 Fortificaciones y rutas de coste mínimo	41
5.3 Visibilidad	43
5.3.1. Herramientas de visibilidad en Arqueología	43
5.3.2. Generación de cuencas visuales.....	43
5.3.3. Comunicación remota de la red defensiva andalusí: cálculo de intervisibilidad	45
5.4. Fortificaciones y zonas de paso.....	46
5.5. Análisis del control efectivo del movimiento	49
5.5.1 Control de rutas de coste mínimo.....	49
5.5.2. Control de las zonas de paso.....	50
5.6. Significación de los datos generados: análisis estadístico	53
6. Conclusiones y futuras vías de investigación	55
7. Bibliografía	58

1. Introducción

En 2012 dio comienzo un proyecto arqueológico en el castillo de la localidad pacense de Capilla, identificada tradicionalmente a partir de fuentes históricas con la antigua población andalusí de Kabbāl pero cuya localización exacta no había sido confirmada hasta ese momento. La antigua Kabbāl es una de las numerosas poblaciones que, con sus fortalezas asociadas, jalonaron el paisaje ibérico durante los 8 siglos que componen el periodo andalusí y que a día de hoy permanecen en mejor o peor estado aguantando los envites del tiempo. De todo lo que respecta a la Edad Media, los castillos probablemente sean los restos materiales más emblemáticos dada su vistosidad y su buen estado de conservación pese a todo si lo comparamos con el resto de su registro material contemporáneo. Esta circunstancia parece afectar también a la Arqueología Medieval pues, dentro de esta disciplina cuyo recorrido es bastante menor que para otros periodos históricos en nuestro país, los trabajos de investigación realizados sobre fortificaciones probablemente sean los más numerosos junto a las intervenciones urbanas.

Hace bastante tiempo ya que desde la Arqueología se ha implantado la necesidad de estudiar las sociedades pasadas desde perspectivas que incluyan sus relaciones con el entorno que habitaron. Así, la Arqueología Espacial y la Arqueología del Paisaje son a día de hoy piedras angulares a la hora de construir discursos sobre el pasado, en los que no se puede entender ningún sitio arqueológico de forma aislada e individualizada. Esta concepción lleva también tiempo presente a la hora de estudiar las fortificaciones medievales. Citando a Jorge Eiroa (2012: 56), *“hoy día está claro que los castillos no generan una explicación científica por sí mismos, sino que son elementos adicionales en el proceso de reconstrucción histórica que únicamente puede ser entendido en relación con el territorio, las áreas residenciales y las áreas de explotación económica”*.

De hecho, es frecuente encontrar junto a cualquier información relacionada con este tipo de lugares aspectos relacionados con el espacio, centrándose a menudo en el control visual ejercido desde estos o su proyección territorial. Parece pues que la dimensión espacial de las fortificaciones medievales es una cuestión bastante generalizada dentro y fuera del ámbito académico pero, quizás por su condición de conocimiento aparentemente general, no son muy frecuentes los estudios de casos concretos que la traten en profundidad.

A este respecto el uso de las Tecnologías de Información Geográfica han supuesto desde su aparición una herramienta eficaz para explorar las interacciones entre las sociedades humanas y su entorno, por lo que para unas entidades como las fortificaciones medievales, tan claramente relacionadas con el espacio circundante y procesos de territorialidad, pueden resultar herramientas de enorme potencial que, sin embargo, apenas han sido explotadas hasta la fecha.

En el presente trabajo, dentro del proyecto arqueológico llevado a cabo en Kabbāl, se va a plantear el uso de las Tecnologías de Información Geográfica considerándolas como una vía para aproximarnos a la dimensión económica y social del paisaje de esta antigua población andalusí. No obstante, como ya se ha indicado con anterioridad, Kabbāl debió de tratarse de una población más dentro de un sistema de poblamiento en el que los castillos ejercerían un papel como vertebradores del territorio. Comúnmente, tiende a considerarse a estos castillos como nodos interconectados dentro de una red de fortificaciones, nodos que interactuarían entre sí y se complementarían en las funciones de vigilancia y defensa del territorio.

Durante las siguientes páginas se tratarán de explorar las interacciones entre los elementos de esta red de fortificaciones en la que Kabbāl estaría integrada, así como la eficacia de la misma a la hora de

cumplir su teórica función de defensa y control del territorio. Para ello se hará uso principalmente de metodologías para modelar el desplazamiento humano y de herramientas de visibilidad, cobrando también un papel principal la elaboración de los espacios de trabajo dada la enorme antropización que en la actualidad sufre el paisaje capillúo. Para todo esto se recurrirá a la utilización de software específico de SIG, CAD, Teledetección y estadística, aunque el grueso principal será llevado a cabo con el software de ESRI ArcMap 10.2.1.



Figura 1: Castillo de Capilla visto desde el suroeste. A lo largo de la ladera, por encima del camino que actualmente la atraviesa, se emplazaba la población andalusí asociada a la fortificación.

2. Contexto histórico y geográfico

2.1. Organización y poblamiento del territorio andalusí

La ocupación islámica de la península comenzó en el 711 tras el desembarco de Ṭāriq ibn Ziyād y su posterior victoria en Guadalete, ocupándose en cuestión de 4 años el resto del territorio peninsular. Los ejércitos islámicos habían conquistado un estado visigodo sumido en una crisis interna irreversible y con un feudalismo incipiente cuyos oligarcas no tardarían, por lo general, en convertirse al Islam. Los grandes contingentes de población venidos desde África estaban compuestos por árabes, que se asentarían en las ciudades, y especialmente bereberes norteafricanos de tribus como los Miknāsa, Nafza, Hawwāra, Kutāma, Maṣmūda, Magīla, Sadfūra, Zuwwāga, Zanāta y `Awsaya (Franco-Moreno

2005), que ocuparían grandes extensiones de territorio en las que tratarían de adaptar sus modos de vida tribales y conservar su autonomía.

Si bien durante los primeros años se observa una continuidad respecto a la etapa anterior, una vez consolidado el estado andalusí se partió del legado material romano para readaptarlo al sistema islámico, revitalizándose las grandes urbes, muchas de ellas sumidas en un abandono desde hacía siglos. Mientras las ciudades recuperaban su papel preponderante en la sociedad, los cambios sociales también afectarían al poblamiento rural, comenzándose a erigir fortificaciones o a reocupar algunas de periodos anteriores, situación que contrastaba con el escasamente defendido mundo rural visigodo (Franco-Moreno 2014: 124) y que va en consonancia con un aumento de la conflictividad. El estado andalusí tuvo un carácter centralista frente al de tipo feudal de los reinos cristianos, es decir, el poder era ejercido desde la capital del estado y las ciudades importantes sobre el resto del territorio, limitándose la autonomía de unas poblaciones rurales que muchas veces se convertirían en foco de inestabilidad interna dada la tradición tribal de muchas de ellas.

Aunque con cambios a lo largo de las diferentes etapas de al-Andalus, la organización del territorio estaba basada en *kuwar* o *kūra* en singular (coras, en castellano), que ejercían de provincias y tenían como función organizar la defensa del territorio y su fiscalidad. Dentro de estas *kuwar* el territorio estaba dividido en distritos o *aqālīm* (*iqlīm* en singular), unidades comarcales de tipo agrícola y/o ganadero heredadas probablemente de la tradición tribal (Gibello 2006: 57). La ocupación de este territorio se ha caracterizado a partir de testimonios de geógrafos andalusíes en tres tipos de asentamiento: *mudūn*, *ḥuṣūn* y *qurà*.

Las *mudūn*, o *madīna* en singular, se identifican generalmente con los espacios urbanos, si bien es verdad que lo que verdaderamente caracteriza a una *madīna* es ejercer como capital de *kūra* o *iqlīm* desde el punto de vista religioso, jurídico, militar y fiscal (Gibello 2006: 58). Las *mudūn* son por lo tanto centros de poder desde las que se administra el territorio.

El ámbito rural estaría ocupado por los *ḥuṣūn* y las *qurà*. Los *ḥuṣūn* (*ḥiṣn* en singular) son lugares fortificados de entidad variable, pudiéndose corresponder tanto con grandes castillos de importancia semejante a la de algunas ciudades como con pequeñas fortalezas situadas en lo alto de unos riscos. Así, el término *ḥiṣn* hace referencia a un punto fortificado pero, lo que es más importante, también se refiere al territorio de la comunidad rural que depende de este (Eiroa 2012: 59). Estos *ḥuṣūn*, que podían ejercer de capital de *iqlīm*, suelen ser considerados como construcciones realizadas de forma autónoma por las comunidades rurales para garantizar su seguridad pero el estado también dedicó sus esfuerzos a construir fortificaciones en espacios rurales para garantizar la protección de las vías de acceso a sus principales ciudades (Malpica 2003: 77). En cuanto a las *qurà* (*qarya* en singular, alquerías en castellano), eran pequeñas comunidades rurales formadas por algunas familias y dedicadas a la explotación de unas tierras que se organizarían en torno a un *ḥiṣn* o *madīna* para cuestiones fiscales y de defensa. Las alquerías eran muy numerosas y conformaban la base del poblamiento rural pero por su falta de visibilidad frente a la de los *ḥuṣūn* y en parte también por desinterés de la comunidad científica no es mucho lo que podemos decir sobre las mismas desde un punto de vista arqueológico, limitándose el conocimiento de muchas de ellas a intervenciones de urgencia derivadas de la construcción de infraestructuras durante las últimas dos décadas (Cordero y Franco Moreno 2012: 159–166).

No obstante, la división del poblamiento rural en *ḥuṣūn* y *qurà* dependientes de ellos puede ser simplista. Así, tradicionalmente se ha situado a las *qurà* agrupadas en torno a un *ḥiṣn* que serviría de refugio y que podría estar o no poblado de manera regular. A este modelo de poblamiento rural, factible

en muchas ocasiones, habría que sumarle otros como los *ḥuṣūn* contruidos por el estado con proyección defensiva, *ḥuṣūn* que sirvieran como centros de poder del estado, *ḥuṣūn* con poblaciones de cierta entidad extramuros e, incluso, concentraciones de *qurà* sin un *ḥiṣn* asociado ni un refugio mayor que pequeñas torres de alquería o graneros fortificados (Eiroa 2012: 55). Algunas *qurà* podrían incluso alcanzar cierta entidad como poblaciones y construirse sus propias fortificaciones, conociendo a estas como *buldān* (Franco-Moreno 2014: 124). Junto a *ḥuṣūn* y *qurà*, el paisaje rural andalusí estaría compuesto por otros elementos como estructuras hidráulicas, mezquitas rurales y atalayas (*burūʿ* en plural, *burʿ* en singular), que servirían para complementar el control ejercido por los *ḥuṣūn* y *mudūn*.

Si bien en la teoría parecemos conocer cómo se organizaba el poblamiento andalusí, en la práctica todavía nos encontramos en una fase de maduración en la cual apenas podemos retratar el aspecto de muchas regiones más allá de los *ḥuṣūn* que destacan situados en posiciones elevadas. Así, los textos históricos relacionados con la fiscalidad nos dan una visión del paisaje andalusí compuesto por decenas de *qurà* en cada *iqlīm* bien protegidas por *burūʿ* (Martagón 2009: 306). Mientras no tengamos información sobre la ubicación de estas alquerías y atalayas asociadas a cada *ḥiṣn* no podremos llegar a ofrecer una visión completa del paisaje y poblamiento rural andalusíes.

2.2. Contexto geográfico

La población islámica de Kabbāl se emplaza en el término municipal de Capilla, al este de la provincia de Badajoz y en el límite oriental de la comarca de La Serena (Fig. 2). El paisaje capillúo está, a día de hoy, completamente marcado por el Embalse de La Serena, inaugurado en 1990 convirtiéndose en el embalse más grande de España. Hasta entonces, Capilla era una población en altura desde la que se podían divisar la cuenca formada por la unión de los ríos Zújar y Esteras al este y la posterior formada por el primero y los arroyos Tamujoso y Cachaire al norte, amplios espacios de relieve suave convertían el Zújar en un río vadeable y que contrastaban con las pronunciadas pendientes que encajonaban su curso durante esta parte de su recorrido.

El emplazamiento de Capilla viene muy marcado por su carácter fronterizo tanto en términos naturales como culturales, pues se sitúa en el límite entre 3 provincias, Badajoz, Ciudad Real y Córdoba, y entre 4 comarcas: el Valle de los Pedroches al sur, el Valle de Alcudia al este, La Siberia al norte y La Serena, de la que forma parte. La población actual se sitúa en el extremo norte de la sierra de Palenque, la última de una serie de sierras que sirven de antesala al río Zújar, frontera entre Badajoz y Córdoba y que significan también el límite septentrional entre Sierra Morena y la penillanura extremeña. Al este, en dirección a las actuales Chillón y Almadén, las numerosas sierras situadas entre Sierra Morena y los Montes de Toledo sirven también de frontera, aunque en este caso más ancha, entre dicha penillanura extremeña y La Mancha. Esta condición convierte al territorio capillúo en el último paso natural entre Andalucía y Extremadura y el primero entre esta y La Mancha (o primero y último, según se plantee), lo cual ha sido una condición determinante para la historia de la localidad.

Desde un punto de vista geológico, el paisaje está marcado por afloramientos de cuarcitas, pizarras y esquistos la Era Paleozoica, siendo los materiales cuaternarios bastante escasos. Dada la poca profundidad de los suelos la agricultura es una actividad de bajo rendimiento practicada de forma extensiva, constituyendo la ganadería la principal actividad productora y para la cual se dispone de amplias extensiones de pastos y dehesas (Fig. 3). La agricultura de regadío era minoritaria y estaba constituida por huertas de melones y sandías situadas a los márgenes del río, siendo una actividad inexistente por tanto a día de hoy. Los numerosos montes de alrededor están poblados principalmente

por encinas, alcornoques y matorrales y en ellos se lleva a cabo una actividad cinegética intensa debido a la presencia de jabalíes, ciervos, libres, conejos y perdices.

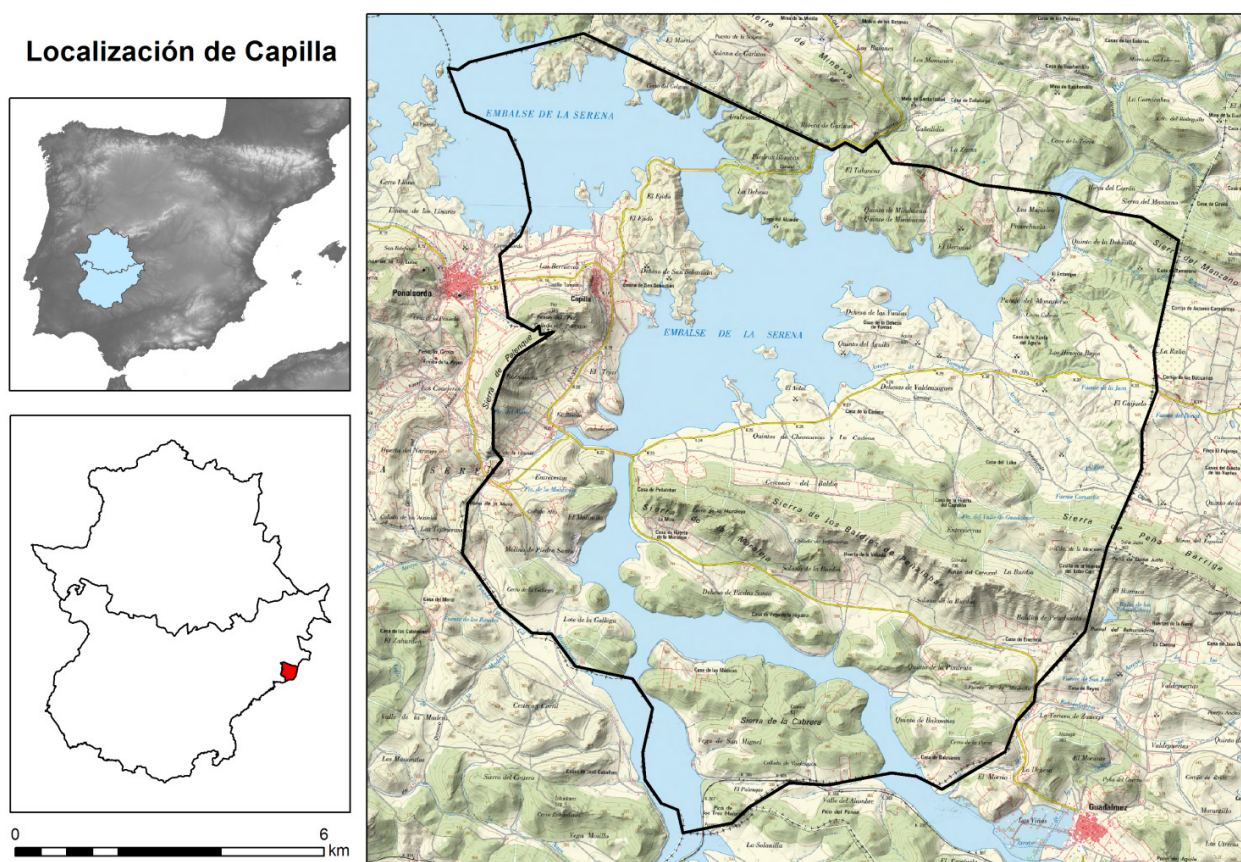


Figura 2: Localización del término municipal de Capilla dentro del contexto ibérico. Mapa base obtenido a partir del servidor WMS de cartografía básica del IGN © Instituto Geográfico Nacional de España

No obstante, la principal riqueza económica de la zona es la minería. Durante la orogenia herciniana debió de existir un activo magmatismo por toda la región y sus alrededores que dio lugar a la aparición de las formaciones rocosas que vemos a día de hoy y a multitud de filones metálicos, siendo especialmente numerosos los de galena argentífera en el territorio capillúo (Puche y García-Blanco 1990: 55). Así, Capilla se sitúa inmediatamente después del importante entorno minero de Chillón y Almadén cuyo máximo exponente es la mina de mercurio situada junto a esta última población que fue explotada ininterrumpidamente durante dos milenios hasta su clausura, que no agotamiento, en 2002. Para hacerse a la idea de la importancia minera de la región se calcula que hasta un tercio del mercurio utilizado por la humanidad habría sido extraído de esta mina. Si bien la minería en Capilla no alcanza semejante cariz, ha sido una actividad fundamental hasta principios del siglo XX donde todavía permanecían activas una veintena de explotaciones de plomo, zinc, cobre, hierro y plata.

2.3. Capilla antes de Kabbāl: contexto arqueológico

Pese a la aparente poca relevancia de la población actual, dos factores comentados anteriormente como el carácter fronterizo en varios sentidos y su riqueza minera parecen haber sido claves en este territorio para explicar la alta concentración de espacios de hábitat documentados de periodos diferentes.



Figura 3: Vista del paisaje capillúo en dirección noroeste desde el castillo.

Si bien las prospecciones realizadas antes de la creación del embalse parecen mostrar presencia humana desde el Paleolítico (Blasco-Rodríguez *et al.* 1986), no parece alcanzar relevancia hasta la llegada de las economías productoras y, precisamente, la metalurgia. Así, desde la prehistoria tardía las evidencias de presencia humana se multiplican a partir de marcadores simbólicos del paisaje como las numerosas pinturas rupestres esquemáticas que se extienden por las serranías o, ya entrado el primer milenio a.C., la altísima densidad de estelas de guerrero (Pavón y Duque 2010) que se relacionan directamente con procesos de territorialidad y marcaje de recursos (Galán 1993).

La mayor densidad de yacimientos la observamos durante la protohistoria. Así, el registro arqueológico de los siglos previos a la ocupación romana nos muestra una explotación organizada de los recursos mineros con pequeñas poblaciones asociadas y, a mayor escala, una serie de poblados en altura como el del cerro de Minerva y el Alto de las Poyatas, en las vecinas Garlitos y Zarza-Capilla respectivamente (Puche y García-Blanco 1990). En el propio término de Capilla encontramos varios ejemplos como el que debió situarse donde el actual castillo y, por encima de todos, el del Peñón del Pez, un asentamiento de grandes dimensiones identificado con la ciudad prerromana de Mirobriga Turdulorum (Pastor y Pachón 1998) (Fig. 4).

La ocupación romana se hizo efectiva en el siglo II a.C. y trajo consigo una organización más racionalizada del territorio. Las explotaciones mineras continuarían en funcionamiento gestionadas

ahora desde un punto de control en el Cerro del Cabezo, una elevación situada cerca de la intersección entre los ríos Zújar y Esteras donde se emplazaría la nueva ciudad de Mirobriga. La importancia de esta población residió principalmente en su situación entre Emerita (Mérida) y Sisapo (La Bienvenida, Ciudad Real) capital minera del este de Sierra Morena, actuando de parada entre estas dos poblaciones siguiendo la vía entre Emerita y Caesaraugusta (Zaragoza) (Carrasco 2007: 369).

Las excavaciones realizadas en Miróbriga a finales de los 80 situaron su abandono durante el siglo II d.C. A partir de entonces, el territorio capillúo se encuentra vacío de ninguna población de entidad, lo cual no quiere decir que durante la Tardoantigüedad no existiera ningún asentamiento de tipo rural, tan esquivos para su identificación como frecuentes en algunas partes de Hispania.

No será pues hasta época andalusí cuando vuelva a ocuparse de forma permanente el territorio capillúo con la construcción de un *ḥiṣn* donde el actual castillo que recibió el nombre de Kabbāl. Poca información tenemos de esta población y su entorno más allá de la que el proyecto arqueológico está generando. Sabemos que en el siglo XII el geógrafo al-Idrīsī la sitúa como quinta parada del itinerario Córdoba-Miknāsa (Al-Idrīsī 1989: 86), gracias a lo cual se ha podido hacer la asociación Kabbāl-Capilla. Sabemos también que en ese mismo itinerario dista ocho millas de B.Ṭ.R.L.Ṣ., topónimo asociado a una fortificación situada sobre el cerro de Minerva (Arjona Castro 2001) reocupando los restos de una de época protohistórica. Dada la cercanía de ambas poblaciones podemos suponer que estarían relacionadas de alguna manera, aunque la menor entidad de los restos de B.Ṭ.R.L.Ṣ. anima a pensar que su papel sería secundario respecto a Kabbāl.

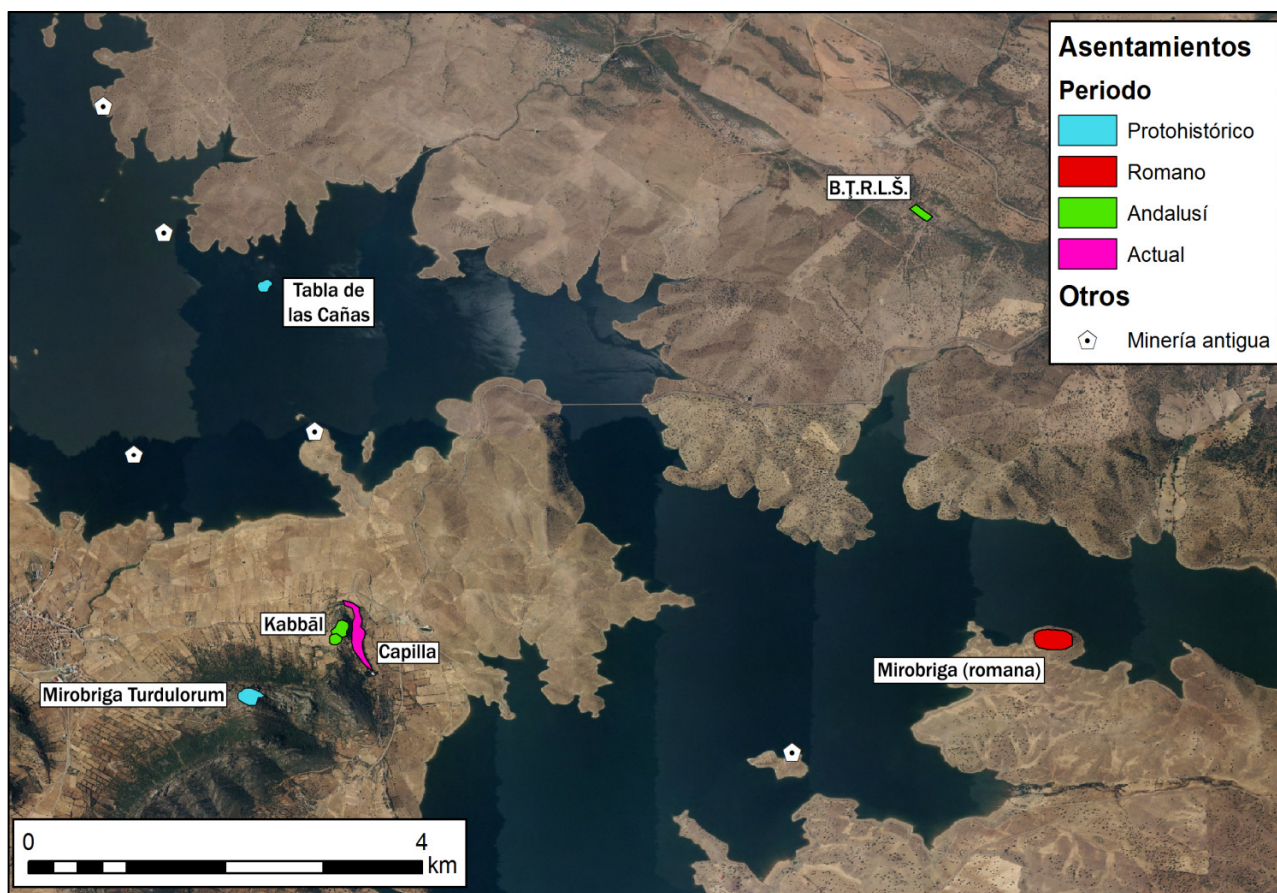


Figura 4: Distribución de asentamientos por periodos en el entorno de Capilla. Obsérvese cómo en poco espacio se suceden cuatro poblaciones de entidad de diferentes periodos históricos.

Como ocurre en muchas partes de la península, desconocemos también la existencia de alquerías aunque, de haberlas, muchas de ellas posiblemente se encontrarían en las hoy anegadas orillas del Zújar y el Estero. Sí que tenemos información de un punto situado junto al Vado de Trigueros, al norte del castillo, que fue excavado a finales de los 80 ante la inminente construcción de la presa. Conocido como la Tabla de las Cañas, se trataba de un poblado protohistórico fechado entre los siglos IV y II a.C. donde, sin embargo, se produjo el hallazgo de nueve monedas hispano-musulmanas, una de ellas de época de Abd ar-Rahman I (segunda mitad del siglo VIII), y un centro de procesamiento de metal de época medieval (Domínguez de la Concha y García-Blanco 1991). Observamos por tanto cómo el conocimiento del territorio capillúo en época andalusí es muy escaso, lo cual supone una limitación para el presente estudio que tendrá que centrarse en el *ḥiṣn* de Kabbāl sin tener en cuenta el resto de entidades que pudieron formar parte de su paisaje rural.

2.4. Kabbāl dentro de al-Andalus

Aunque no tenemos ningún documento que así lo diga, se da por hecho que Kabbāl debió formar parte de la *kūra* de Fahs al-Ballut. Esta provincia, que se corresponde a grandes rasgos con las actuales comarcas del Valle de los Pedroches y el Valle de Alcudia, lindaría por el noroeste con la *kūra* de Mérida, cuyos límites bien conocidos hacia el sureste estaban en Benquerencia de la Serena y Al-Arṣ (Esparragosa de Lares). Así, junto con el *ḥiṣn* de Almorchón, en Cabeza del Buey, y muy probablemente con B.Ṭ.R.L.Š., Kabbāl debió de formar parte de una prolongación de Fahs al-Ballut dentro de la actual Extremadura (Fig. 5).

Esta cuestión, que vuelve a situar al territorio capillúo en un contexto de frontera, lleva a vincular a la población de Kabbāl más con la esfera cordobesa que con la emeritense aunque sea desde un punto de vista administrativo. Con la desmembración del estado califal (⅓ siglo XI), la *kūra* de Fahs al-Ballut pasó a formar parte de la taifa de Córdoba, posteriormente de la de Toledo y finalmente de la de Sevilla. La vuelta del estado centralizado (finales del siglo XI) devolvió el estatus de provincia al Fahs al-Ballut, aunque puede que posteriormente los almohades la unieran a la provincia de Córdoba (Arjona Castro 1982: 47). Hemos de suponer que durante todo este periodo Kabbāl corrió el mismo destino que el resto del Fahs al-Ballut, pero su situación fronteriza quizás pudo variar su adscripción. Únicamente sabemos, gracias a fuentes cristianas, que en 1224, con el desmembramiento del estado almohade, Kabbāl pasó a pertenecer a la taifa de Baeza hasta que en 1226 se produjo la conquista castellana.

Desgraciadamente, la historiografía apenas ha puesto su interés en esta *kūra* por lo que no es mucho lo que puede decirse de ella. El llano de las bellotas, traducción al castellano de Fahs al-Ballut, se ha considerado tradicionalmente como una *kūra* con fines más militares que administrativos al no estar asociada en su origen a ninguna *madīna* (Arjona Castro 1978: 77; del Pino García y Carpio Dueñas 1998: 180). Pese al elevado número de fortificaciones que encontramos en sus dominios, la densidad de población debió de ser realmente baja y únicamente se nombran 3 poblaciones que podrían ser consideradas núcleos urbanos: Lukka/Bued (asociada generalmente con Cabeza del Buey) y, especialmente, Gafiq (Belalcázar) y Biṭrawš (Pedroche) (del Pino García y Carpio Dueñas 1998: 185), siendo estas dos últimas las capitales de la *kūra* en diferentes momentos.

En cuestiones de poblamiento, la población sería mayoritariamente bereber, posible razón por la cual es considerada una *kūra* principalmente ganadera (Arjona Castro 1982: 52). Sabemos a partir de textos que una gran extensión estaba "*cubierta de bellotas*", razón por la cual le vino el nombre de Fahs al-Ballut, y que se consideraban "*las más dulces de España*". Por su parte, Gafiq parecía tener

abundantes alquerías a su cargo y encontrarse en un territorio con mucha superficie cultivable. La información más cercana a Kabbāl se refiere a la zona de Almadén y hace referencia a unos olivos de "una calidad excelente".

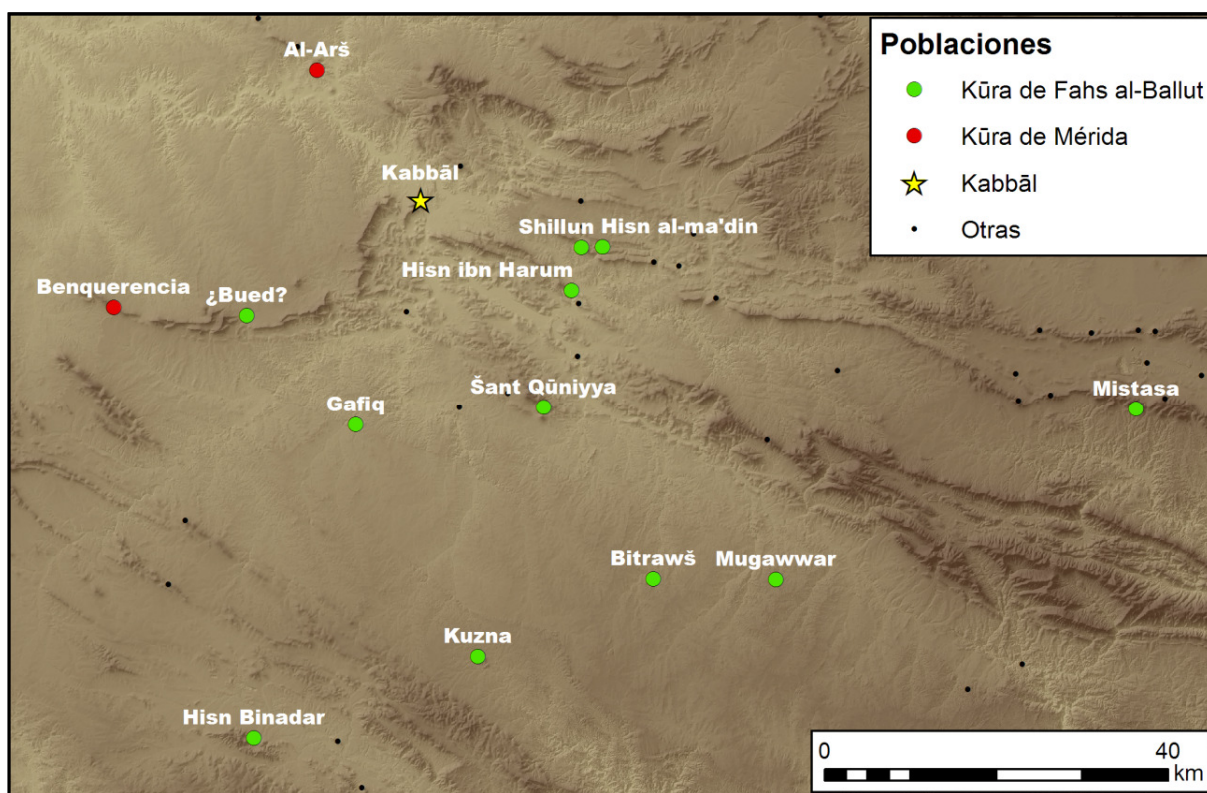


Figura 5: Poblaciones pertenecientes, según los geógrafos musulmanes, a la *kūra* de Fahs al-Ballut.

No obstante, si hay algo por lo que pareció destacar el Fahs al-Ballut en lo económico fue nuevamente la minería. Así, se dio el nombre de Yabal al-Baranis a las sierras en las que hoy se asientan Chillón y Almadén y de ellas se decía que "*hay minas de mercurio que se exportan a todos los países*" y "*hay una veta de mercurio que se explota con vistas a la exportación*" (Arjona Castro 1982: 50–51). El apreciado cinabrio proporcionado por Almadén para sus usos como colorante, en alquimia, medicina e incluso artes decorativas posiblemente estuvo detrás de la densa red de fortificaciones que encontramos en su entorno. Con un poderoso *ḥiṣn* en la actual ermita de la Virgen del Castillo de Chillón que ejercería de punto central, esta red disponía una serie de fortificaciones de diferente entidad en todas las direcciones, asegurando así el control de todas las vías de acceso y situando incluso una, *Ḥiṣn al-Ma'din*, a pie de mina (Molero 2005). Aunque fuera del centro de la red, por su relativa cercanía podemos deducir que Kabbāl podría interactuar con esta y ejercer de alguna manera como fortificación más occidental de la misma.

2.5. El fin de la Kabbāl andalusí

2.5.1 Contexto geopolítico

La toma de Toledo en el año 1050 supuso un fuerte hito para la expansión de los reinos cristianos en tanto en cuanto significaba la consolidación de la presencia castellana al otro lado del Sistema Central sin que la posterior llegada de los almorávides pudiera evitarlo. De esta manera la frontera central

quedaba establecida en torno a los montes de Toledo y la meseta central se convertía así en una gran extensión por la que las tropas castellanas podían realizar cabalgadas a su antojo. Durante el colapso almorávide los reinos cristianos aprovecharían la situación y llevaron a cabo una serie de conquistas de gran importancia. Así, por el este León conquista Coria en 1142 y Lisboa cae en manos portuguesas en 1147, hitos que se verían acompañados con la toma de plazas importantes como Alcántara, Cáceres o Trujillo durante las décadas siguientes por parte de Fernando II de León (Clemente y de la Montaña 1994). En la Mancha, el avance de Castilla fue incluso mayor y en 1150 su frontera quedó establecida en Santa Eufemia y Pedroche, al norte de la provincia de Córdoba y en plena *kūra* de Fahs al-Ballut. Desconocemos si el avance castellano incluiría Kabbāl, aunque en cualquier caso, la aparición de Chillón dentro de los territorios de la Orden de Calatrava en 1158 (Molero 2005: 469) la sitúa a las puertas de Castilla.

La situación se mantendría estable hasta la derrota castellana en Alarcos, en 1195, momento en el cual la frontera se retrae, casi todas las tierras conquistadas pasan a manos de los almohades y se vuelve a un *statu quo* con Toledo como posición más avanzada a la que ahora habría que sumar Coria. El momento de superioridad no fue aprovechado por los almohades tanto como pudieran y las sucesivas treguas con los reinos cristianos dieron cierta estabilidad a la frontera mientras el territorio andalusí se reforzaba. Así, durante el periodo almohade se sucedieron importantes reformas en las principales poblaciones y muchas regiones fronterizas fueron reforzadas a conciencia como ocurrió en el levante peninsular (Malpica 2003: 115) o en Calatrava, cuya influencia creció considerablemente hasta convertirse en una auténtica capital andalusí en La Mancha (Retuerce 1995).

Pero esta calma solo supuso la antesala del que sería el impulso definitivo de la conquista de la península ibérica con la victoria sobre los almohades en la Batalla de las Navas de Tolosa (1212). A partir de este momento las conquistas cristianas se fueron sucediendo en varias fases (Fig. 6). Así, un primer impulso de dos años llevó la frontera castellana al valle del Guadalquivir y la leonesa más allá del Tajo. Tras una década de treguas las conquistas continuaron, penetrando Castilla en dirección a Córdoba y León hacia el sur de Extremadura. En 1236 Fernando III, ya como rey de Castilla y León, consigue el objetivo de tomar Córdoba y, con ello, lo que quedaba de la *kūra* de Fahs al-Ballut. A partir de 1240 comienza el avance hacia Sevilla que finalmente caería en 1248 (García Fitz 2002: 144–190). Es en este contexto, la expansión de Fernando III, cuando se produce la conquista de Kabbāl.

2.5.2 Conquista de Kabbāl

Kabbāl fue conquistada por Fernando III en 1226. Hasta entonces, debió de permanecer como un punto avanzado del desmembrado estado almohade en primera línea fronteriza. Los cronistas medievales fueron parcos a la hora de dar información sobre la conquista de las poblaciones cercanas (obsérvese el "vacío" sobre Kabbāl en la figura 6) así que no se puede decir con exactitud cuánto tiempo duró esta circunstancia. Hasta donde se sabe Rodrigo Ximénez de Rada, arzobispo de Toledo, compra el castillo de Alcocer en 1222, por lo que es probable que su conquista y la de Al-Arṣ, referentes visuales hacia el noroeste, sucediera durante el impulso inicial que tras las Navas de Tolosa se llevó a cabo en los Montes de Toledo (Moreno-García y Schnell 2000: 36). En el caso de Chillón, pese al gran avance castellano en esta dirección no tenemos noticias de presencia cristiana hasta 1230, por lo que se cree que, aun pudiendo estar bajo control castellano, debió de tratarse de una "tierra de nadie" prácticamente deshabitada tras la batalla (Molero 2005: 475).

Sea como fuere, la Crónica Latina de los Reyes de Castilla nos narra la toma de Kabbāl (aunque refiriéndose a ella con su nombre castellanizado). En 1224, Abd Allāh al-Bayyasi, emir de la recién creada

Taifa de Baeza, se vio obligado a pedir ayuda a Fernando III, pasando a ser su vasallo al año siguiente. Como parte de un acuerdo entre ambos, el rey cristiano solicitó la entrega de los castillos de Salvatierra (Calzada de Calatrava, Ciudad Real), Burgalimar (Baños de la Encina, Jaén) y Capilla (García Fitz 2002: 169). Las dos primeras plazas fueron entregadas pero en el caso de Capilla la población se resistió a cumplir la orden.

Así, comenzó un asalto de 14 semanas en el cual se utilizaron máquinas de asedio y las tropas atacaron día y noche sin interrupción. Según la crónica, el castillo era "*fortísimo y populoso*", estaba "*cercado de tres cinchos*" y tenía "*torres muy altas y un Alcázar muy fuerte*" (García Fitz 1998: 270–271). Sin embargo, todo intento llevado a cabo por los castellanos fue inútil pues Capilla únicamente se rindió tras un pacto por el cual se establecía su capitulación si en 8 días no acudían tropas de Córdoba o Sevilla a socorrerles (García Fitz 1998: 277). Levantado el cerco, se perdonó la vida a la población capillúa que se trasladó con los bienes que les quedasen a Gafiq.

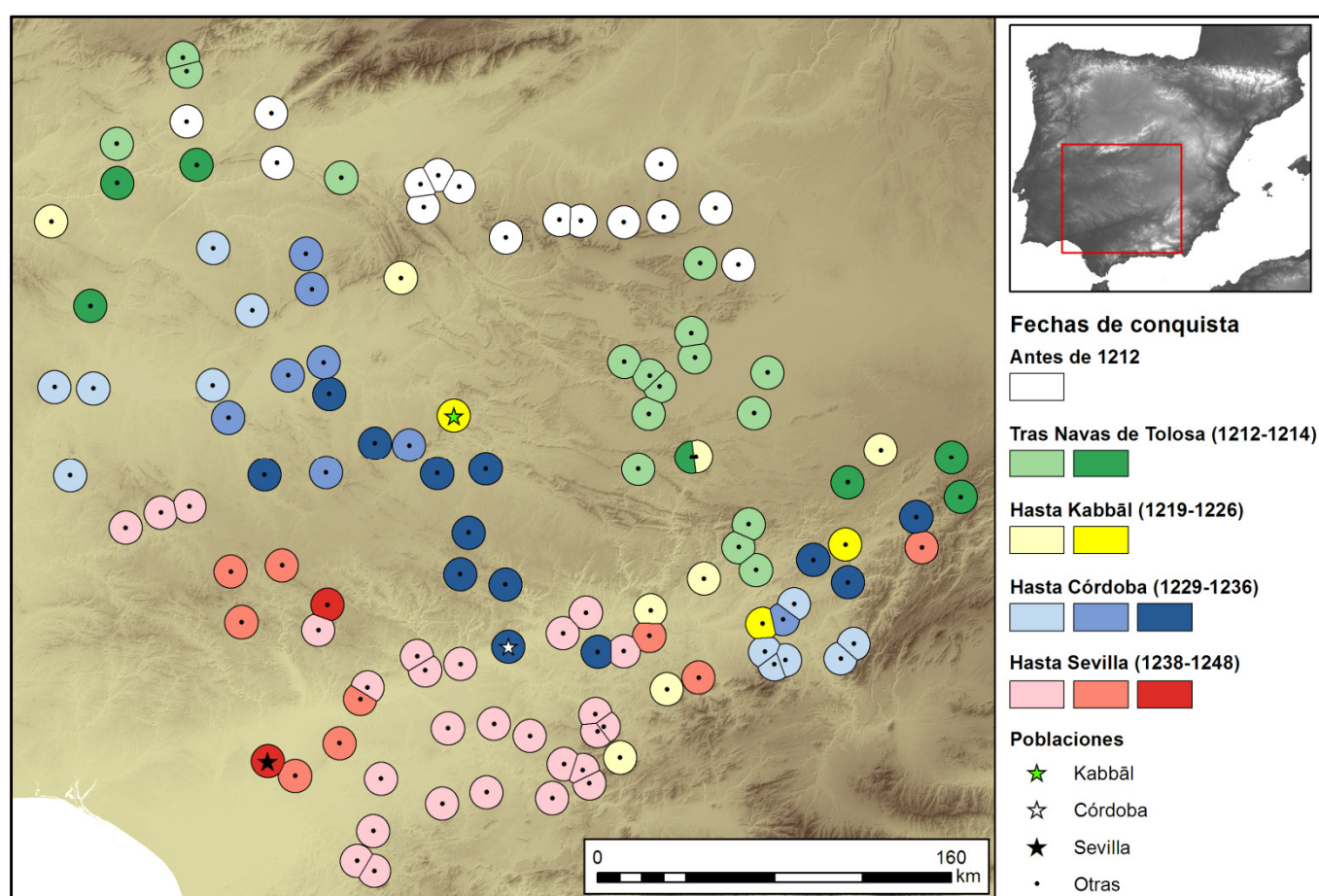


Figura 6: Avance de las conquistas castellanas y leonesas desde las Navas de Tolosa hasta la toma de Sevilla. El número de colores por gradiente se ha distribuido en función de las fechas presentes en cada intervalo.

Tras la conquista, el castillo de Capilla le fue concedido en 1236 a la Orden del Temple, pasando a ser el centro del segundo señorío templario más extenso de la península. Con la disolución de esta, fue donado en 1309 a la Orden de Alcántara, aunque fue devuelto posteriormente y vuelto a entregar en 1344 al concejo toledano. Tras varios cambios de manos, fue propiedad de la Casa Ducal de Béjar entre 1372 y 1777 y posteriormente de la Casa de Osuna hasta el fin del Régimen Señorial en España en 1813 (Ruibal 1987).

2.6. El yacimiento arqueológico de Kabbāl

Durante los veranos de 2012, 2013 y 2014, la empresa Baraka Arqueólogos S.L. ha realizado sendas campañas arqueológicas enfocadas, en un principio, a la excavación del castillo Capilla. Durante la preparación de los trabajos se localizaron, cortados por el camino de acceso al recinto, los restos de lo que debía ser la población de Kabbāl, situados en la ladera contraria al actual pueblo de Capilla bajo el cual se creía que descansaba hasta entonces. De esta manera, los trabajos arqueológicos se han desarrollado tanto en el castillo como en el poblado.

La excavación del castillo se ha centrado en el interior del recinto principal, en el que las posteriores reformas han alterado el aspecto original que tendría el *ḥiṣn*. No obstante, las lecturas de paramentos y las prospecciones realizadas en los alrededores nos permiten deducir algunas cuestiones básicas: El *ḥiṣn* de Kabbāl, o al menos su recinto principal, fue construido en algún momento del periodo Omeya (Siglos VIII - ½XI) y no en época almorávide como hasta entonces se creía (Ruibal 1987: 30) y, a tenor de los hallazgos cerámicos, debió de hacerlo sobre una fortificación prehistórica. Fuera del espacio principal todavía se conservan lienzos de lo que debieron ser recintos exteriores del *ḥiṣn* que no fueron reformados posteriormente, corroborándose los 3 cinchos citados en la crónica de la conquista (Fig. 7).

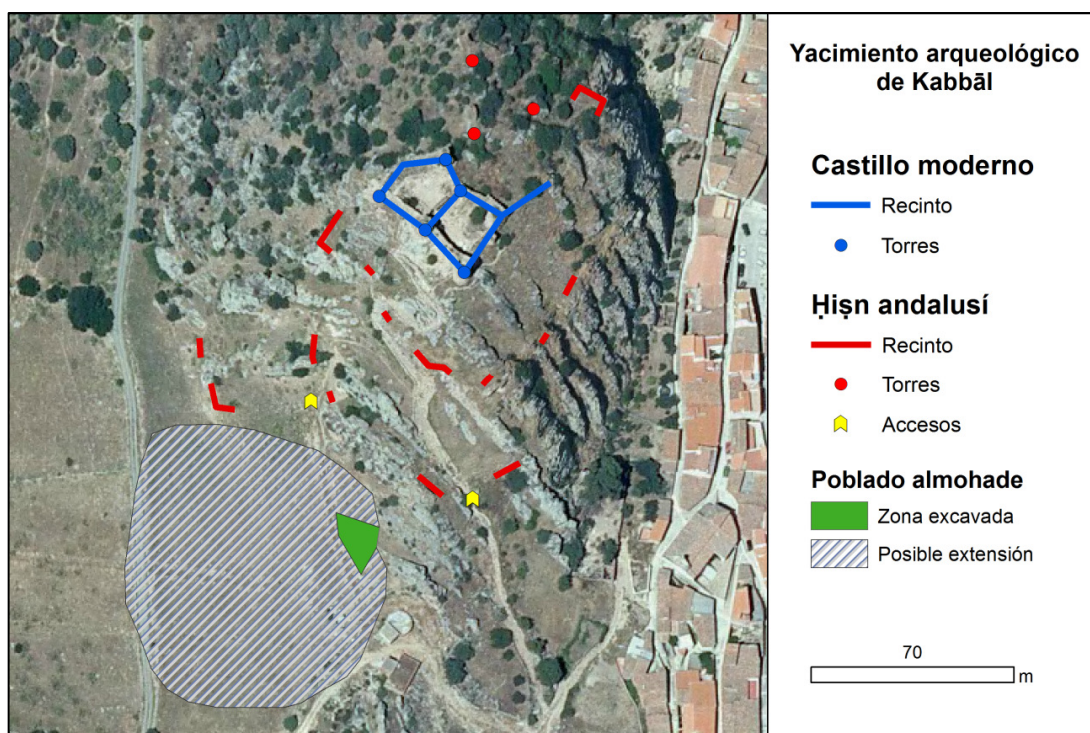


Figura 7: Yacimiento arqueológico de Kabbāl.

En el poblado, las excavaciones han sacado a la luz habitaciones de al menos dos viviendas y una calle longitudinal a la ladera. A juzgar por los resultados, la construcción de ambas estructuras se realizó ya en época almohade, lo que podría significar que la creación de la población extramuros se realizó en una fase tardía y su periodo de ocupación fue muy corto. Se han encontrado además decenas de proyectiles de ballesta y posibles proyectiles de asedio cuya alta densidad puede relacionarse sin duda a lo prolongado del asedio en el cual, a tenor de la estratigrafía, las viviendas debieron de quedar en estado de ruina y no se volvieron a ocupar. Las prospecciones realizadas por los alrededores del área excavada parecen mostrar que además se trataría de una población de cierta entidad. En resumen, dadas sus dimensiones, su corto periodo de ocupación y el buen estado de sus restos, el yacimiento

arqueológico de Kabbāl presenta una gran oportunidad para conocer de una forma bastante precisa el desarrollo de una población de tamaño mediano en un periodo de tiempo muy concreto de menos de un siglo entre la llegada de los almohades (1147) y su conquista (1226).

En lo que respecta a B.T.R.L.Š., no tenemos ningún relato que hable de su conquista ni se han realizado trabajos arqueológicos, pero los basureros presentes en sus laderas podrían ser restos de un saqueo producido durante su toma aunque, no obstante, esta hipótesis tendría que ser contrastada con una excavación.

3. Creación de los espacios de trabajo

3.1. Escala de trabajo

Este trabajo ha constado de 4 fases fundamentales: documentación, creación del material de trabajo, aplicación del análisis espacial y estudio y tratamiento de los resultados. De todas, la más trabajosa ha sido la segunda, pues de su buena ejecución dependerán los resultados que se obtengan en lo sucesivo.

Así, a lo largo de estas páginas se trabajará con datos de producción propia en su mayoría o bien derivados de otros ya existentes y serán utilizados, en dos escalas de trabajo diferentes una de grandes dimensiones pensada para análisis interregionales que incluye Extremadura y su frontera con Portugal, Huelva y Sevilla, una gran parte de Toledo, Ciudad Real y Córdoba y el noroeste de Jaén y otra de menores dimensiones y mayor resolución, pensada para los análisis locales de Kabbāl y su entorno (Fig. 8).



Figura 8: Delimitación de las áreas de estudio dentro del contexto peninsular

3.2. Características de la muestra

3.2.1 Pequeña escala

La muestra de trabajo a escala local está compuesta por dos grupos de datos. Los respectivos al *hişn* y el poblado han sido tomados *in situ* mediante un GPS Garmin Dakota 20. En cuanto a las entidades ajenas al yacimiento en sí, todas han sido creadas desde ArcMap a partir de datos de ubicación conocidos como es el caso del resto de restos arqueológicos del municipio de Capilla o bien a través de mapas base en formato raster como las minas, que han sido marcadas a partir de mapas geológicos del IGME.

3.2.2 Gran escala: Catálogo de fortificaciones islámicas

La muestra de trabajo a escala interregional está compuesta, básicamente, por *ḥuṣūn*, atalayas y urbes importantes con ocupación islámica o contemporánea, dejando a un lado otro tipo de asentamientos de carácter rural. A partir de esos criterios se ha elaborado un catálogo con 247 puntos posicionados desde Iberpix, donde se incluye, además, el nombre en árabe si consta y la fecha de conquista cristiana si se conoce. Esta muestra, pese a lo extensa que es, no puede considerarse completamente representativa de la red de fortificaciones islámica por una serie de cuestiones:

Paso del tiempo: Como ocurre siempre en Arqueología, se trabaja con una muestra presente de una realidad pasada, por lo que hemos de asumir en primer lugar que estará incompleta debido a las desapariciones y modificaciones que se hayan podido producir en el registro. Así, los castillos más grandes que tuvieron ocupación continuada tras la conquista cristiana se encuentran ahora en unas condiciones relativamente aceptables pero, sin embargo, muchos de los elementos que componen la muestra serían en su día pequeños fortines o atalayas de una proyección territorial menor, cuyo abandono los condenó a la reutilización de sus materiales o bien a la ruina progresiva y el olvido, permaneciendo su memoria únicamente relegada a topónimos de castillete, castillejo o derivados. La principal prueba de cómo afecta el paso del tiempo sobre la muestra es el número de atalayas recogidas, realmente bajo si lo comparamos con el que las fuentes andalusíes nos ofrecen.

Conocimiento de la muestra: El conocimiento de los elementos que conforman la muestra está condicionado por la propia voluntad de los actores que la crean, en este caso arqueólogos, historiadores o aficionados a la Castellología. Así, el resultado final presenta huecos importantes en algunas zonas cuyo origen probablemente no se deba a la inexistencia de fortificaciones sino al desinterés de los actores por ellas. Una revisión concienzuda de estas zonas con mapas topográficos trae consigo la localización de numerosos topónimos que probablemente signifiquen la presencia de fortificaciones medievales o anteriores.

Pluralidad de las fuentes: Al no existir una lista unificada que recoja todas las fortificaciones del área de estudio ha tenido que recurrirse a diferentes fuentes de información de mayor o menor calidad y, por tanto, la densidad de elementos muestrales no será la misma en todas las regiones. En el caso de Extremadura, la tarea ha sido relativamente sencilla gracias a un par de autores que ya habían realizado sus propios catálogos. En primer lugar, los trabajos de Bruno Franco sobre la *kūra* de Mérida (2007; 2008a) han servido como fuente de información principal sobre los núcleos de esa división territorial, habiéndose complementado para el resto de Extremadura con el catálogo de Víctor Gibello (2006). Para el territorio Cordobés, también ha resultado relativamente sencillo gracias a la base de datos de patrimonio inmueble del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico que puede consultarse desde

internet¹, si bien no está del todo completa y ha habido que consultar otras fuentes para algunos casos (García-Vuelta y Moyano 2000). Sin embargo, las provincias manchegas han resultado más problemáticas a la hora de encontrar una guía "oficial". Para Ciudad Real, el catálogo de Melero Cabañas (2003) es un buen punto de partida pero el nivel de detalle es bastante bajo y, en muchos casos, se ha tenido que echar mano de otras fuentes generadas fuera de la Academia. Gracias a la gran afición a la castelología en nuestro país, existen a día de hoy catálogos online como el de CastillosNet² o el de la Asociación Española de Amigos de los Castillos³ que, pese a las evidentes lagunas, sirven de guía para aquellas zonas que no han recibido el interés de investigadores "oficiales", al igual que las publicaciones realizadas por estos "aficionados" que resultan clave en ocasiones como, por ejemplo, el caso de la red de fortificaciones de Chillón y Almadén (Ruibal 2004; Schnell y Moreno-García 2005).

Caracterización cronológica: Relacionado con los dos puntos anteriores, la principal carencia de la muestra recogida es a nivel cronológico y deriva, en gran parte, de la falta de estudios arqueológicos para datar las fortificaciones. Muchos de estos puntos fuertes que se sitúan en altura fueron construidos sobre recintos prehistóricos, lo que, si le sumamos el avanzado estado de ruina, ha añadido un punto de incertidumbre a la hora de incluirlos o no en la muestra final si existen discrepancias sobre su cronología. Es el caso, por ejemplo, de Castilnegro, en Saceruela, donde dependiendo de la fuente se puede leer que existió o no una ocupación andalusí estable sobre el recinto ibérico original sin que haya aparecido una versión oficial. Este caso en concreto ha sido añadido a la muestra final pero otros, como el castro de Garbayuela, no han sido añadidos por prudencia al no encontrarse más que conjeturas. En el caso del castillejo de Gargantiel, en Almadenejos, la incertidumbre se encontraba también en su ubicación, habiéndose tenido que realizar trabajo de campo para determinar esta y la cronología.

Por otro lado, no hay que olvidar que el periodo andalusí en el área de estudio cubre casi 6 siglos, lo cual implica que no todas las fortificaciones recogidas serían levantadas a la vez y que no todas mantendrían un poblamiento estable durante todo ese tiempo. Sabemos que en los primeros compases de ocupación andalusí se construyen numerosos *ḥuṣūn* ante los cambios sociales (Gibello 2006: 65) y que, por tanto, muchos de los elementos de la muestra ya existieran durante los siglos IX y X, pero no hay que olvidar que, al menos en ciertas partes de la península, el estado almohade construyó multitud de fortificaciones (Malpica 2003: 115). Dado que no tenemos datos cronológicos de la mayoría de elementos de la muestra no se realizarán distinciones por fechas en los análisis y habrá que asumir el riesgo de caer en algunos anacronismos.

Límites geográficos de la propia muestra: Este factor viene derivado directamente del autor de la muestra y el fin de la misma. Así, el área de estudio presenta una forma cuadrangular pero la distribución de los castillos incluidos en la muestra se ha ajustado a otros límites. Así, en la parte norte se han incluido elementos hasta llegar a la que sería la frontera antes de la Batalla de las Navas de Tolosa. Esto quiere decir que habrá un área al norte del río Tajo donde no se hayan incluido fortificaciones, lo cual influirá posiblemente en los resultados de algunos análisis como la intervisibilidad. De igual modo, algunas partes de la geografía portuguesa tampoco han sido incluidas. Hay que señalar también que la ubicación de algunos *ḥuṣūn* situados en pueblos manchegos no es exacta dado que no existen actualmente, por lo que en estos casos los resultados serán menos exactos que en los demás. Por último, cabe añadir que más allá del área de estudio, en las provincias de Jaén,

¹ <http://www.iaph.es/patrimonio-inmueble-andalucia/frmSimple.do>

² <http://www.castillosnet.org/espana/index.php>

³ <http://www.xn--castillosdeespaa-lub.es/es/buscador-castillos>

Córdoba y Sevilla, se han añadido aquellas poblaciones cuya fecha de conquista es conocida para la realización de la figura 6.

Tipo de representación: Hay que añadir un punto más de incertidumbre a la muestra dada la naturaleza de las entidades que la conforman, pues está representada por una capa de puntos. Es evidente que los castillos no son en la realidad entidades puntuales sino, en todo caso, poligonales, por lo que esta reducción puede traer imprecisiones a la hora de por ejemplo, realizar unas cuencas visuales en caso de situar el punto en una de las lomas de una sierra en lugar de en lo alto. Para mitigar lo máximo posible esta limitación, se ha intentado situar los puntos siempre en el punto más alto de la superficie teórica del castillo.

3.3. Generación de las superficies de trabajo

El grueso de los análisis que se llevarán a cabo a lo largo del presente trabajo será realizado sobre modelos digitales de terreno. Una de las principales críticas recibidas respecto al uso de SIG en la Arqueología va dirigida, precisamente, al uso de capas generadas con datos de la topografía actual para estudiar a sociedades que habitaron esos espacios en etapas anteriores que, por tanto, interactuaron con un entorno de una topografía más o menos diferente (Wheatley y Gillings 2000). Si bien existen casos en los que se intenta paliar esta diferencia (A modo de ejemplo, Parcero-Oubiña 2013: 73), las variaciones en el relieve rara vez son, siquiera, mencionadas por parte de los arqueólogos (Herzog 2014a: 231) debido, probablemente, a la falta de conocimiento sobre los mismos. Partimos, por tanto, de la base de que los análisis espaciales que llevemos a cabo no serán todo lo precisos que podrían ser al contener cierto grado de actualismo consigo.

A este respecto, la gran presencia de embalses en el territorio extremeño incrementa considerablemente este error, generando superficies planas en los MDT proporcionados por el IGN. Si tenemos en cuenta, además, la proximidad existente entre Kabbāl y el embalse de La Serena, parece evidente que utilizar los modelos digitales disponibles daría unos resultados muy poco fiables por lo que obtener un modelo con la topografía previa a la construcción del embalse se convierte en una prioridad absoluta. Una forma sencilla de generar un modelo como este sería a partir de la digitalización de curvas de nivel en topográficos antiguos pero, pese a la tardía construcción del embalse, no se dispone de ningún mapa topográfico con una escala mayor a 1:50.000, por lo que el resultado no mostraría el nivel de detalle requerido. Dada, pues, la necesidad de obtener una topografía más detallada, se decidió optar por una restitución fotogramétrica.

3.3.1 Restitución fotogramétrica de la topografía del embalse

Ante un problema similar en el también extremeño Embalse de Alcántara, un equipo del Instituto Arqueológico de Mérida llevó a cabo hace un lustro la reconstrucción de la topografía del vado de Alconétar a partir de fotografías del célebre Vuelo Americano de 1956 (Cerrillo-Cuenca 2011). A tenor de sus buenos resultados se ha decidido llevar a cabo un proceso similar para el Embalse de la Serena recurriendo, en este caso, a fotografías del vuelo fotogramétrico nacional de 1980-1986 adquiridas a través de la fototeca del Centro Nacional de Información Geográfica⁴. Dado el elevado precio de las imágenes y el coste en tiempo del proceso, únicamente se adquirieron 10 imágenes, suficientes para, no

⁴ ©INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL DE ESPAÑA. 2008.

obstante, reconstruir la totalidad del embalse en el territorio capillúo y en gran parte de los municipios de alrededor.

El proceso de restitución fotogramétrica se llevó a cabo mediante el software *ERDAS Imagine 2014*, variando la metodología en función de la naturaleza analógica o digital de la cámara. En este caso, al tratarse de fotografías analógicas escaneadas, el proceso es ligeramente más largo y parámetros como la orientación externa han de ser deducidos por el programa. Una vez iniciado el proyecto, se introduce la información de diversos parámetros de la cámara (cedida por el CNIG), la altura media de las fotografías (en torno a los 5500 m), se introducen las medidas de las fotografías y se señalan las marcas fiduciales. El siguiente paso será la obtención de la orientación exterior a partir de puntos de control y la triangulación de las imágenes.

Para ello hay que obtener, en primer lugar, unos puntos de control con sus correspondientes coordenadas xyz, o lo que es lo mismo, obtener una capa de puntos comparando las imágenes más recientes del PNOA con las del vuelo fotogramétrico nacional y anotando sus coordenadas. En el caso del vado de Alconétar, se obtuvo un modelo de una gran precisión dado que, para este proceso, se contó con un GPS diferencial (Cerrillo-Cuenca y Sanjosé 2013: 45). En esta ocasión, evidentemente, no se ha contado con los mismos medios que el CSIC, por lo que se ha tenido que optar por una vía no tan precisa, indicando la ubicación de los puntos sobre la imagen del PNOA y obteniendo su cota aproximada a partir de un MDT de 5 m/píxel. A partir de la comparación de imágenes, se han creado un total de 355 puntos de control (Fig. 9), considerándose prioritarias las zonas cercanas a la orilla para mejorar, así, la precisión.

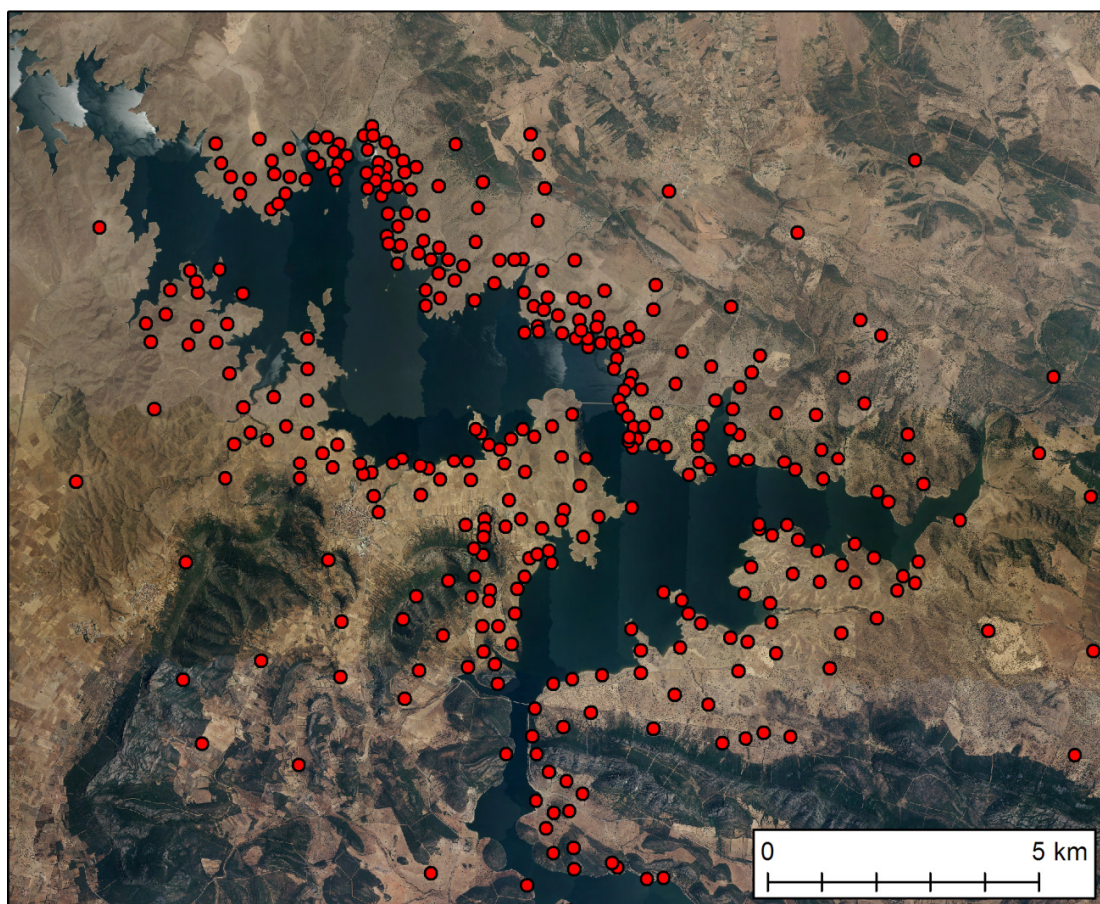


Figura 9: Puntos de control tomados para el proceso de restitución fotogramétrica

Una vez señalados los puntos en los fotogramas correspondientes, puede llevarse a cabo la creación del Modelo Digital de Superficies (MDS). Dado que no todas las imágenes fueron tomadas el mismo día, dicho modelo no puede generarse de una vez pues las diferencias de luminosidad pueden crear errores, razón por la cual hubo que optar por la creación de muchos MDS formados por dos fotogramas, todos ellos con unos RMSE menores a 7 m, siendo el tamaño de celda sugerido para los modelos de 7x7 m. La calidad de los MDS generados se valoró comparando su cota de 439 m (nivel del embalse) con la del MDT que sirvió de base y se dividió en polígonos la superficie del embalse para asignar a cada una el modelo de mayor calidad. No obstante, existe todavía un problema pues, dado que se trata de un modelo de superficies, la altura de las masas arbóreas está reflejada en el raster. Para eliminarlas, se obtuvieron las curvas de nivel de los MDS con una equidistancia de 0,5 m y, mediante edición, se borraron aproximando el trazado de las curvas de nivel que pasarían por su interior. Una vez realizado este proceso de edición, todas las curvas de nivel se unieron en una misma capa que servirá de base para los diferentes MDT donde, a continuación, serán integrados.

3.3.2 Integración de la topografía del embalse sobre modelos digitales existentes

Dado que únicamente se disponía de curvas de nivel de la parte más próxima a Kabbāl, el resto de la topografía del embalse tuvo que obtenerse a partir de la digitalización de curvas de nivel de las primeras ediciones de los MTN50 correspondientes. Una vez finalizado este proceso y tras añadir una altura relativa a la orilla a todas las curvas y cotas, la generación del MDT puede continuar.

El objetivo es integrar los datos del modelo generado sobre uno ya existente para que sirva de base para el resto de análisis del trabajo, por lo que el resultado de esta integración deberá ser un modelo topográficamente lógico a partir del cual se pueda deducir la hidrografía. Por esta razón, a la hora de crear un raster a partir de las curvas y cotas se optó por la interpolación *Topo to Raster* de Arcgis pues, a diferencia del raster obtenido a través de un TIN, genera unas superficies hidrológicamente correctas, evitándose así las zonas planas que se forman en los TIN con poca densidad de curvas de nivel como es, en parte, el caso, además de poder indicar a través de líneas el recorrido de los cursos de agua para mejorar el proceso.

El proceso de integración se va a realizar, como ya se ha indicado, a dos escalas diferentes, uno en un raster de celdas de 5x5 y otro de 25x25. Dado que las operaciones se iban a llevar a cabo, al menos, en dos ocasiones, se decidió implementar el proceso completo en *Model Builder*, creándose un script que genera un MDT hidrológicamente lógico y un raster de acumulación de flujo. Dicho script realiza el proceso a través de cálculos lógicos, álgebra de mapas y herramientas de hidrología además de, evidentemente, la interpolación. Para facilitar su uso, el script se implementó de forma que únicamente haya que incluir 9 parámetros en la interfaz: capas topográficas como datos de entrada, tamaño de celda de salida, tolerancia 1 de la interpolación, polígono con el contorno del embalse, altura del embalse, extensión del proceso, MDT original, MDT de salida y capa de salida de acumulación de flujos (Figs. 8 y 9). Vista la eficacia del script se decidió digitalizar, a su vez, los cercanos embalses de Zújar, Orellana, García Sola y Cijara.

3.3.3 Modelos digitales en los espacios de trabajo

Se han indicado con anterioridad las áreas que han sido definidas para llevar a cabo los análisis. En concreto, se han preparado 3 MDT diferentes para trabajar en esas escalas:

MDT 5 m/píxel: para trabajar a pequeña escala se ha generado un MDT con 9 modelos LiDAR⁵ obtenidos a través del IGN, correspondientes con la hoja 807, en la cual se encuentra Kabbāl, y las 8 de su alrededor. Sobre este MDT se han integrado, *a posteriori*, los datos de la topografía bajo el embalse. Dado que esta no fue reconstruida detalladamente en su totalidad, algunas partes del sector noroccidental presentan un relieve poco realista, por lo que ese espacio, pese a sus pequeñas dimensiones, ha de tenerse en consideración ante las posibles imprecisiones que pudiera generar.

MDT 25 m/píxel: el más pesado de todos, está formado por 176 MDT del IGN de esta misma resolución. Dado que estos únicamente reconstruyen el territorio español, la unión de estos modelos generaría unos resultados poco realistas desde un punto de vista analítico. Por esta razón, para el espacio fronterizo portugués se han obtenido varios raster del ASTER GDEM de la NASA y el METI japonés. La resolución de este modelo es similar, de 27,28 m/píxel, pero presenta diferencias de altura respecto a los modelos del IGN y, además, la precisión de algunos cálculos parece no ser la adecuada para la Península Ibérica (Gómez-Gutiérrez *et al.* 2011). Por todo esto, se decidió crear un MDT conjunto que aunara los 176 del IGN y la superficie precisa del ASTER GDEM para dar un aspecto rectangular a la capa, existiendo, no obstante, un espacio de frontera compartido entre ambos modelos para evitar cambios bruscos en la altura. Tras realizarse de ambas maneras, se decidió que mantener la resolución de 25 m/píxel era conveniente frente a cambiarla a 30, observándose que la deformación sufrida por el modelo era mayor con esta última. Una vez creado el este gran modelo de 385 x 283 km, se integraron en él la topografía de los 5 embalses.

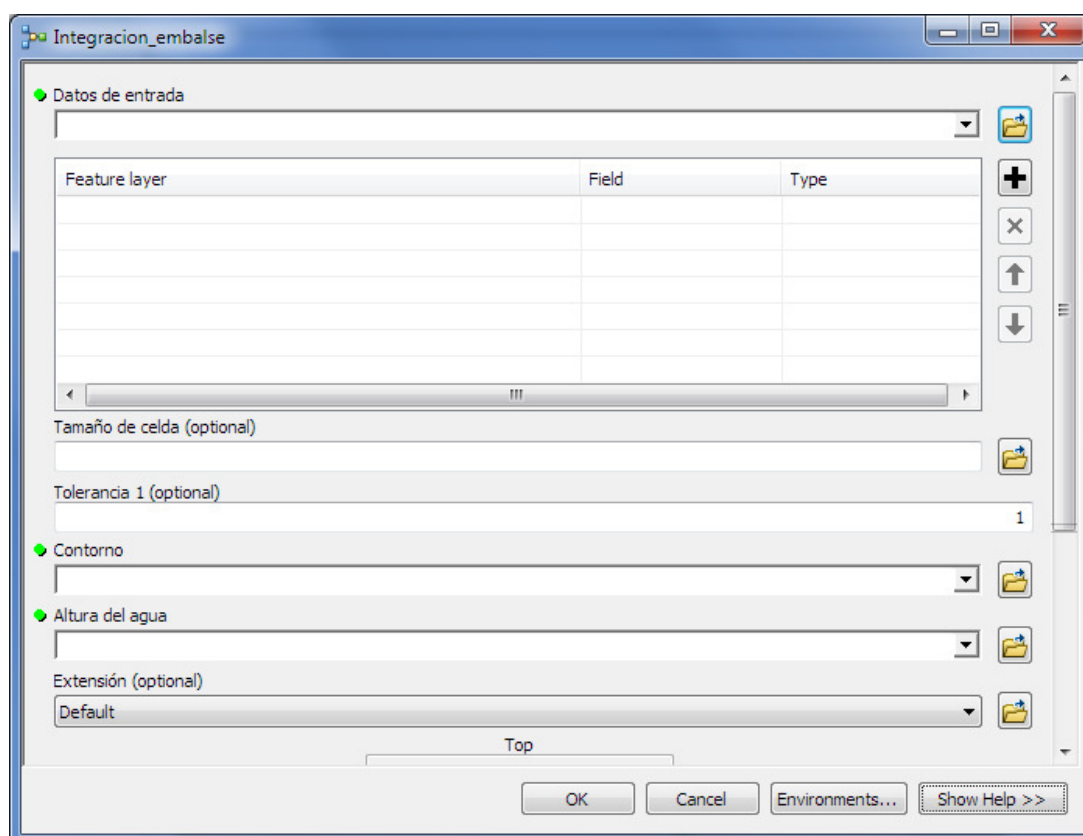


Figura 10: Interfaz del script creado para la integración del embalse

⁵ LiDAR-PNOA cedido por © Instituto Geográfico Nacional de España

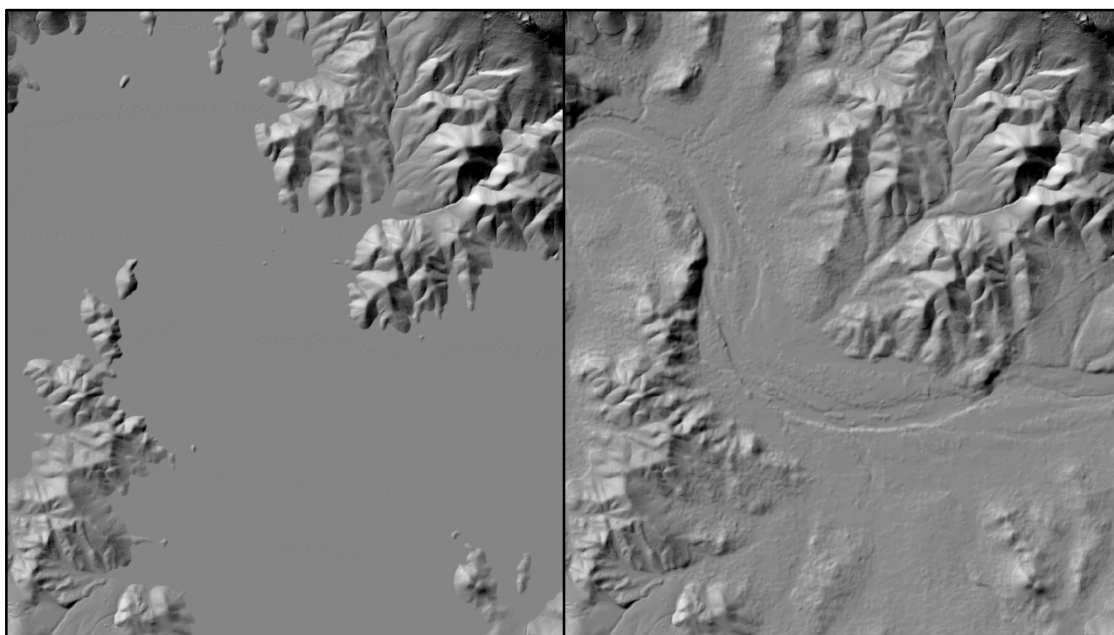


Figura 11: A la izquierda, fragmento del embalse en el MDT del IGN. A la derecha, misma extensión tras la aplicación del script

3.4. Usos potenciales del suelo

A la hora de realizar una aproximación al potencial económico del territorio capillúo en época medieval el embalse representa, nuevamente, un importante impedimento. Sin embargo, en este caso, no únicamente obstaculiza por ocupar un espacio considerable sino también porque su construcción significó un cambio brusco a nivel económico; desapareciendo los cultivos de regadío, anegando grandes extensiones anteriormente aprovechadas y desviando el recorrido de las vías pecuarias y de comunicación. Estos cambios, sumados al abandono del mundo rural, hacen que las capas de usos actuales como *Corine land cover* o el SIOSE sean poco recomendables para esta aproximación.

Someramente podríamos hacer un primer acercamiento meramente verbal a partir de las limitaciones del entorno. Así, una consulta al mapa edafológico de España nos muestra que el territorio capillúo está formado por litosoles, esto es, suelos muy poco profundos. La agricultura es, por tanto, una actividad de un rendimiento muy bajo, siendo la ganadería la principal actividad productora de forma tradicional. El mapa de potencialidad agraria de los años 80 indica que una gran parte del territorio capillúo era explotado mediante agricultura extensiva, siendo destacable también la presencia de grandes espacios adehesados y, en zonas de relieve irregular, zonas de pasto y eriales. Dadas las limitaciones, no parece descabellado pensar que la ganadería ya supusiera, junto con la minería, la actividad económica principal en época medieval y que, en mayor o menor medida, existieran ya amplias extensiones de dehesas, si bien no tendremos noticias hasta 1310 a partir de documentos templarios de la existencia de la dehesa de las Yuntas, al este de Capilla y de las dehesas de la Garbayuela y Almorchón, en las vecinas localidades de Risco y Cabeza del Buey respectivamente (Clemente Ramos 2012: 254–255).

Podemos asumir que estos espacios, recogidos por primera vez menos de un siglo después de la conquista castellana, podían existir ya en época islámica pero, no obstante, esto no satisface la

necesidad de generar una cartografía sobre los usos del suelo. Dado que nos estamos refiriendo a un momento separado por varios siglos de distancia, no podemos aspirar en ningún caso a realizar una reconstrucción fiable de la cobertura del suelo sino, en todo caso, aproximarnos a los usos potenciales que se le pudo dar. De esa manera, y dado que se dispone de imágenes de Landsat 4 previas al embalse, se ha decidido aplicar la metodología de Uriarte *et al.* (2008) para la delimitación de esos usos potenciales.

El objetivo de este proceso no es pues de ánimo reconstructivo sino más bien orientativo, buscándose una clasificación del suelo "*en tres tipos básicos propios de una economía paleotécnica en un paisaje de tipo mediterráneo: monte, agricultura de secano y agricultura de regadío*". Estos tipos básicos se deducirán a partir de dos fuentes fundamentales: una imagen satélite y un MDT, generado anteriormente, consistiendo el proceso en una clasificación supervisada de la imagen primero y su combinación con factores limitantes como la pendiente del terreno y la proximidad con los cursos fluviales.

Así, en primer lugar se realizó una clasificación supervisada de una imagen satélite. Dicha imagen, del 4 de febrero de 1987, fue seleccionada frente a otras disponibles en épocas más calurosas del año por mostrar un contraste más claro entre las zonas en barbecho y las de cultivo, además de mostrar al río Zújar a pleno caudal. Previa clasificación, los valores digitales de la imagen fueron convertidos en valores de *radiancia* en primer lugar y, a continuación, a valores de *reflectividad* siguiendo a Chander y Markham (2003). En la clasificación se establecieron 15 categorías: bosque, matorral, vegetación de ribera, cubierta rocosa, dehesa, pastizal 1, pastizal 2 (algunos pastizales parecían mostrar diferencias en los infrarrojos), cultivo, barbecho 1, barbecho 2, población, agua, sombra densa, sombra poco densa y nube (había una pequeña nube en la parte sur). El resultado de esta clasificación se sometió a un análisis de precisión con 100 puntos al azar, resultando una precisión del 71%, un resultado muy pobre de no ser porque 25 de las imprecisiones se produjeron entre ambos tipos de pastizales y dehesas o entre los barbechos, coberturas que serán posteriormente unidas.

Mediante el procedimiento de la clasificación borrosa, se extrajeron dos raster diferentes correspondientes con los dos usos más probables y, de su combinación, se reclasificaron las superficies en usos específicos y difusos, utilizando unas categorías similares a las de Uriarte *et al.* 2008. En pos de eliminar los usos difusos, se combinó la reclasificación con una de factores limitantes que incluía; suelos no cultivables, entendiendo la imposibilidad de cultivar en pendientes mayores a 30%; vega irrigable, la superficie que, partiendo desde el curso de los ríos Zújar o Esteras, no supera el 3% de pendiente; vega de irrigación extendida, utilizando 10% de pendiente; y zonas intermedias, aquellas que no pertenezcan a ninguna de las categorías anteriores. Combinando la primera clasificación de usos con esta última se limitó la clasificación de usos potenciales a monte, secano, regadío, agua e indeterminado. Las superficies indeterminadas se correspondían, originalmente, con las sombras, las poblaciones y la nube. Los factores limitantes de la pendiente redujeron, no obstante, la superficie indeterminada, acabando con las sombras y gran parte de la nube. No obstante, para tratar de neutralizar a esta última, se aplicó una función de vecindad, asignándole a cada celda el valor más numeroso de 100 metros a la redonda, reduciéndose así su presencia al mínimo.

El resultado final (Fig. 12) se adecúa a lo que, en principio, se esperaba, con una predominancia de secano y monte, con un 48,2% y un 46,5% del total. Los espacios asignados a regadío, pese a ser solo un 4,4%, son ligeramente más amplios de lo que, *a priori*, se esperaba a tenor de las fotografías antiguas. Probablemente, la pobreza del suelo fuera un factor limitante para la presencia de regadíos pues, a

tenor de las fotografías del vuelo nacional de 1980-1986, las huertas de sandías y melones apenas se separaban del cauce del río.

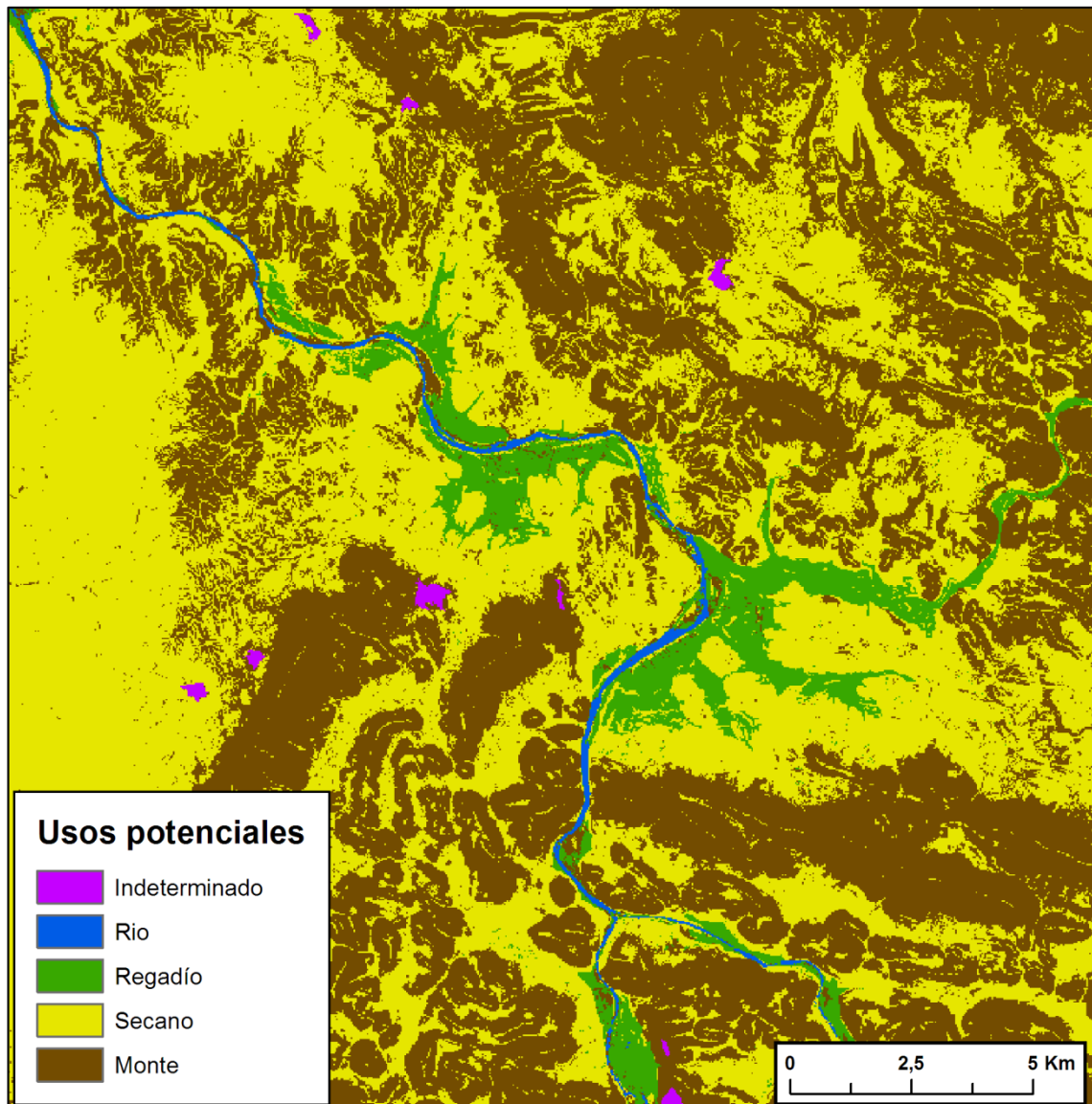


Figura 12: Mapa de usos potenciales del suelo para Capilla y sus alrededores

3.5. Superficies de coste

3.5.1 Superficies de coste en Arqueología

Una de las aplicaciones generales de los SIG en Arqueología es la creación de superficies de coste para modelar los desplazamientos humanos, ya sea para calcular el camino óptimo entre dos localizaciones, el área de captación de un yacimiento o la accesibilidad al mismo. La presencia de este tipo de análisis en Arqueología se ha dado desde los primeros escarceos entre esta y los SIG, si bien no sería hasta el presente siglo cuando se convertiría en el principal tema de discusión y desarrollo por parte de los arqueólogos especializados en análisis espacial (Herzog 2013a: 4).

El procedimiento para la creación de estas superficies de coste es igual al de una evaluación multicriterio convencional, a partir de diferentes factores y restricciones en primer lugar para, a continuación, calcular el coste acumulado desde cualquier punto seleccionado. Existen, sin embargo, grandes dudas por parte de algunos arqueólogos acerca de la verdadera efectividad de los SIG para, a partir de unos parámetros, poder modelar el desplazamiento humano por el territorio e, incluso entre los propios arqueólogos que hacen uso de SIG, existe gran variedad de criterios a la hora de aplicar estas técnicas debido, en parte, a la propia naturaleza del desplazamiento humano, que es diferente en función de muchas condiciones y que, por tanto, hace imposible que, a día de hoy, se disponga de un "modelo definitivo".

La primera gran variación viene dada por los factores utilizados para determinar el coste pues únicamente existe unanimidad a la hora de considerar la pendiente del terreno como el principal. La pendiente es un factor diferente a los demás dado que su coste depende de la dirección del movimiento, es decir, es anisotrópico y, por tanto, ha de ser calculado a partir de un punto de origen. Los primeros modelos que se realizaron utilizaban los datos de capas de pendiente obtenidos con las funciones básicas de cada software, por lo que en mayor o menor medida erraban al considerarla un factor isotópico como los demás. A día de hoy, sin embargo, existen herramientas como *r.walk* de GRASS o *path distance* de ESRI a partir de las cuales poder determinar fácilmente la pendiente efectiva (Herzog 2013a: 12). Esta última, en concreto, permite combinar factores isotrópicos con factores anisotrópicos dependientes tanto de la dirección vertical como la horizontal. Junto con la pendiente, el otro factor que se suele utilizar es el de la hidrografía, si bien en este caso no se producen apenas debates dado que se usa, mayoritariamente, para evitar que las rutas de mínimo coste pasen sobre vías fluviales.

Una vez pasados estos dos factores, la lista de posibles aumenta considerablemente sin que ninguno parezca ser tenido en cuenta de manera general. Así, las apuestas más arriesgadas han derivado en intentos de incluir factores culturales tales como la visibilidad o no de hitos en el paisaje o la atracción hacia puntos concretos como asentamientos o zonas de arte rupestre (Llobera 2000; Fairén 2004; Lock *et al.* 2014), aunque generalmente los otros factores utilizados han sido el peso portado por el individuo, la cobertura vegetal, la textura del suelo, la presencia de vías de comunicación y otros factores topográficos (Herzog 2014b). La utilización de estos factores se ha visto generalmente limitada a casos concretos, sin lograr cristalizar en la comunidad arqueológica.

El otro punto de discrepancia entre arqueólogos viene a la hora de seleccionar la ecuación que medirá el coste producido por la pendiente. Podemos dividir esas ecuaciones en dos grupos, las que miden el coste en tiempo y las que lo hacen en energía. La más comúnmente utilizada, perteneciente al primer grupo, es la obtenida a partir de la función de Tobler, cuya generalización ha llegado a tal punto que, como denuncia Irmela Herzog (2014a: 232), algunos arqueólogos la están aplicando sin tener en cuenta que están representando la velocidad de movimiento y no el tiempo, generando así modelos erróneos. La ecuación correcta ha de derivarse de la función original de Tobler (Fig. 13). Existen otras ecuaciones que miden el tiempo de desplazamiento como la de Gilman y Thornes (Uriarte 2005: 613) pero su aplicación ha sido muy escasa.

Función a partir de Tobler (h/m)

$$T = \frac{e^{3,5|S+0,05|}}{6000}$$

Donde:

T = Tiempo de desplazamiento

S = Pendiente a partir la tangente de un ángulo

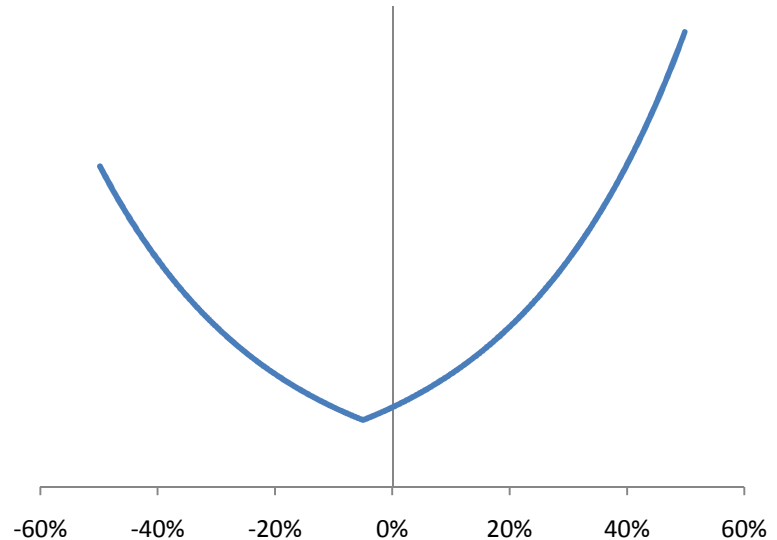


Figura 13: Coste en tiempo por desplazamiento en función de la pendiente obtenida a partir de la ecuación de Tobler (1993) junto a su gráfica.

En cuanto a las funciones que miden energía, son más numerosas y de resultado más variado. Las dos que mayor relevancia han adquirido en los últimos años son la cuatrinomial de Llobera y Sluckin y la sextinomial de Herzog extraída de la propuesta por Minetti *et al.* (2002) (Fig. 14).

Función de Llobera-Sluckin (kJ/m)

$$C = 2,635 + 17,37 S + 42,37 S^2 - 21,43 S^3 + 14,93 S^4$$

Función de Herzog (kJ/Kg·m)

$$C = 1,64 + 19,825 S + 93,419 S^2 - 78,199 S^3 - 517,39 S^4 + 278,19 S^5 + 1337,8 S^6$$

Donde:

C = Coste energético

S = Pendiente a partir la tangente de un ángulo

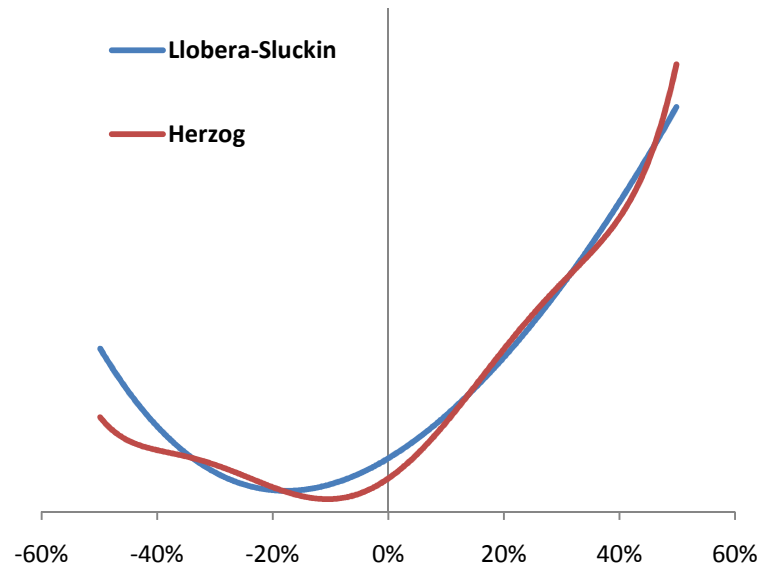


Figura 14: Coste energético por desplazamiento en función de la pendiente a partir de las ecuaciones de Llobera y Sluckin (2007: 209) y de Herzog (2013b: 377) junto a sus gráficas.

Los resultados pueden diferenciarse más o menos en función del entorno en que se apliquen dado que, por ejemplo, la de Herzog resulta más sensible a las pendientes altas que la de Tobler. Así, decantarse por una u otra dependerá de las preferencias del usuario en función de las características del estudio (la escala de trabajo, la topografía del entorno, la naturaleza del desplazamiento que se quiera modelar...), sin descartarse la recurrente opción de experimentar con más de una (Fábrega-Álvarez y Parcero-Oubiña 2007; Herzog 2013b; Güimil-Fariña y Parcero-Oubiña 2015).

3.5.2. Metodología de trabajo

Independientemente de las funciones que se utilizarán en cada punto del trabajo, se han creado los elementos necesarios para poder operar con cualquiera de las tres anteriormente nombradas. Pese a que, indudablemente, existen otros factores que determinen los movimientos humanos, dada la gran escala a la que se va a trabajar únicamente serán tenidos en cuenta la pendiente y la hidrografía. La primera, al tratarse de un factor anisotrópico, no puede utilizarse a partir de una capa calculada previamente sino que se obtiene una vez se ha indicado un punto de origen. La herramienta *path distance* de ESRI permite aplicar las funciones dependientes de la pendiente mediante el parámetro de factor vertical, indicando en un archivo .txt la pendiente en grados y su coste por unidad de medida. Para su futura aplicación, se han creado tres archivos de texto correspondientes, cada uno, con una función diferente.

En lo que respecta a la hidrografía, para evitar que las rutas sugeridas se superpongan a las vías fluviales se ha creado una capa en la cual atravesar las mismas supondrá una penalización en el coste, siendo esta el coste isotrópico que se incluirá como parámetro al utilizar la herramienta *path distance*. En este caso, el problema reside en elegir cómo de grande será dicha penalización. Podrían establecerse tres formas de aplicar el factor hidrográfico. La primera de todas es convertir los ríos en zonas sin valor para que las rutas sugeridas no puedan atravesarlos, opción poco recomendable para este caso. La segunda, bastante utilizada, es la de asignarles un coste jerarquizado, bien a partir de una clasificación oficial según su volumen (Murrieta-Flores 2012: 111) o bien a partir de la propia acumulación de flujo calculada por el SIG (Capdevila Montes 2013: 21–22). Una tercera vía asigna a todos los valores de acumulación de flujo a partir de una cifra un mismo coste, sin realizar ningún tipo de jerarquía (Güimil-Fariña y Parceró-Oubiña 2015: 34).

En este caso, se ha optado por un sistema similar a este último aunque incluyendo, eso sí, un tipo de jerarquía en la que, en función de la acumulación de flujo, la superficie sobre la que se aplique la penalización sea mayor. Así, para el trabajo a gran escala se han establecido 4 categorías: la primera, formada por los ríos Tajo, Guadalquivir y Guadiana (hasta llegar a los ojos) tiene un grosor de 200 m, una cifra *a priori* elevada pero bastante lógica, por ejemplo, en el caso del Tajo, que permanece embalsado durante la gran mayoría de su paso por Extremadura. La siguiente categoría, con un grosor de 150 m, se corresponde con los principales afluentes de los ríos anteriores y se estableció a partir del río Zújar al ser el río que conforma el entorno de Capilla. Para los arroyos importantes se estableció un grosor de 50 m y, finalmente, una enorme cantidad de arroyos de pequeñas dimensiones conforman la última categoría de una celda (25 m) de grosor.

En cuanto al MDT de menor escala, se han establecido 3 categorías: la primera correspondiente con los ríos Zújar y Esteras y sus afluentes principales, de 70 m de grosor; la segunda, para el resto de afluentes, de 30 m; y, la tercera, reservada para los cursos de agua más pequeños, de 15 m.

Siguiendo la metodología del CSIC de Galicia (Fábrega-Álvarez *et al.* 2011a: 255; Güimil-Fariña y Parceró-Oubiña 2015: 34), se consideró que el coste al atravesar celdas con ríos debía ser el equivalente a subir una pendiente de 15 grados. No obstante, la metodología aplicada da el mismo valor de coste al río en todos sus puntos, un sistema lógico si se desconocen las vías de comunicación pero que, en este caso, se puede mejorar. Así la época que pretendemos representar tenía de por sí unas rutas de comunicación propias heredadas de siglos atrás con puntos como los puentes de Alcántara y Alconétar en el Tajo o poblaciones importantes como Mérida o Toledo, que ejercían de puntos de paso fundamentales para atravesar ríos caudalosos. Partiendo de este conocimiento previo, un modelo

mejorado sería aquel que eliminase la penalización de cruzar ríos en los puntos donde se sepa que había puentes o vados por los que pudieran pasarse todo el año. Dadas las dimensiones del área de estudio, realizar un estudio de todos los puntos de paso permanentes de los ríos en época medieval se convierte en una tarea casi inabarcable, por lo que se ha optado por una opción intermedia.

A partir del servicio WMS de la primera edición de los MTN50 ofrecida por el IGN se han revisado los ríos de las dos primeras categorías en busca de puntos de paso. El número de vados indicados en estos mapas es muy elevado y, seguramente, muchos serían transitables únicamente en verano, por lo que se ha tenido que filtrar. Así, únicamente se han marcado los puentes que no estuvieran originados en carreteras para coches o ferrocarril, los vados que coincidieran con vías pecuarias según los servicios WMS de vías pecuarias de Extremadura, Andalucía y el MAGRAMA y, por último, aquellos puntos de paso que estuvieran identificados como "barcas". No podemos asegurar que los puntos marcados con estos 3 criterios funcionasen en época medieval como puntos de paso salvo por algunos puentes, pero se ha considerado que se trata de una buena aproximación a las necesidades de movimiento en época premoderna, habiéndose marcado un total de 769 puntos de paso.

Como resultado final, se han generado 3 capas de coste hidrográfico diferentes para cada escala de trabajo, preparada cada una para ser utilizada con una función de coste.

4. El *hishn* de Kabbāl en su entorno

Con tres asentamientos de envergadura de diferentes periodos tan cercanos espacialmente, comúnmente se considera que el territorio capillúo ha tenido importancia histórica como zona de paso obligada para comunicar el área minera de Chillón y Almadén con Mérida. Por su ubicación, es también el paso más oriental entre Extremadura y Córdoba, por lo que en época andalusí también cumpliría una función defensiva, formando junto con Benquerencia y Almorchón la línea fronteriza entre las *kuwar* de Mérida y Fahs al Ballut. Dentro de este contexto de control territorial del cual formaría parte junto con el vecino B.T.R.L.Š. (en adelante, Garlitos), habría también una población civil que se dedicaría a explotar los recursos de alrededor. Como ya se ha comentado, el entorno capillúo no destaca por la riqueza de su tierra pero los recursos mineros son abundantes por lo que, junto a su función defensiva, la principal importancia de Kabbāl estaría en su situación como prolongación de la red minera de Chillón y Almadén. A continuación, se llevarán a cabo una serie de análisis referidos a estas cuestiones.

4.1. Kabbāl en su entorno geográfico: análisis de captación de recursos

El uso de los análisis de captación en estudios arqueológicos se remonta a los primeros contactos entre la Nueva Geografía y la Nueva Arqueología durante la década de 1970. Definidos como "*la investigación de los recursos disponibles en una zona accesible desde un yacimiento*" (Conolly y Lake 2009: 281), están fundamentados en la creación de superficies alrededor de los yacimientos. Para ello, se han utilizado diferentes estrategias de zonificación como buffers o polígonos Thiessen que, sin embargo, no tienen en cuenta variables "humanas" a la hora de modelar los espacios, por lo que, desde la llegada de ecuaciones de coste de desplazamiento como la de Tobler, las áreas de captación se han venido delimitando a través de estas. Así, son comúnmente utilizadas las ecuaciones que miden el coste en tiempo para trazar las llamadas isócronas, es decir, líneas con un valor determinado que acotan

espacios en los que el coste en tiempo de un desplazamiento desde uno o varios puntos de origen es menor al límite marcado por dichas líneas.

Definidos los fundamentos, a la hora de aproximarnos al aspecto económico de Kabbāl y la explotación de su entorno se ha llevado a cabo un análisis de captación. Así, se ha realizado una superficie de costes a partir de la ecuación de Tobler, tomando como puntos de origen los dos accesos del *hīṣn* de Kabbāl y la ubicación estimada del acceso a Garlitos dada su cercanía y la más que posible relación entre ambas poblaciones. Para mejorar la precisión del modelo, se han eliminado los perímetros aproximados de ambas fortificaciones del MDT original, forzando la necesidad de rodearlas para poder acceder al otro lado de las murallas. Sobre la superficie de costes generada, se han marcado isócronas de 30, 60, 120, 180 y 240 minutos, analizándose dentro de estas la distribución de los usos potenciales del suelo y los recursos mineros (Fig. 15). Sobre estos últimos, la muestra está formada mayoritariamente por las minas recogidas en cartografía actual y, de los casos históricos, únicamente el taller de Tabla de las Cañas es citado como utilizado en época andalusí por lo que el resultado del análisis tendrá que ser tratado con carácter orientativo pues, *a priori*, los elementos de la muestra no son contemporáneos a Kabbāl.

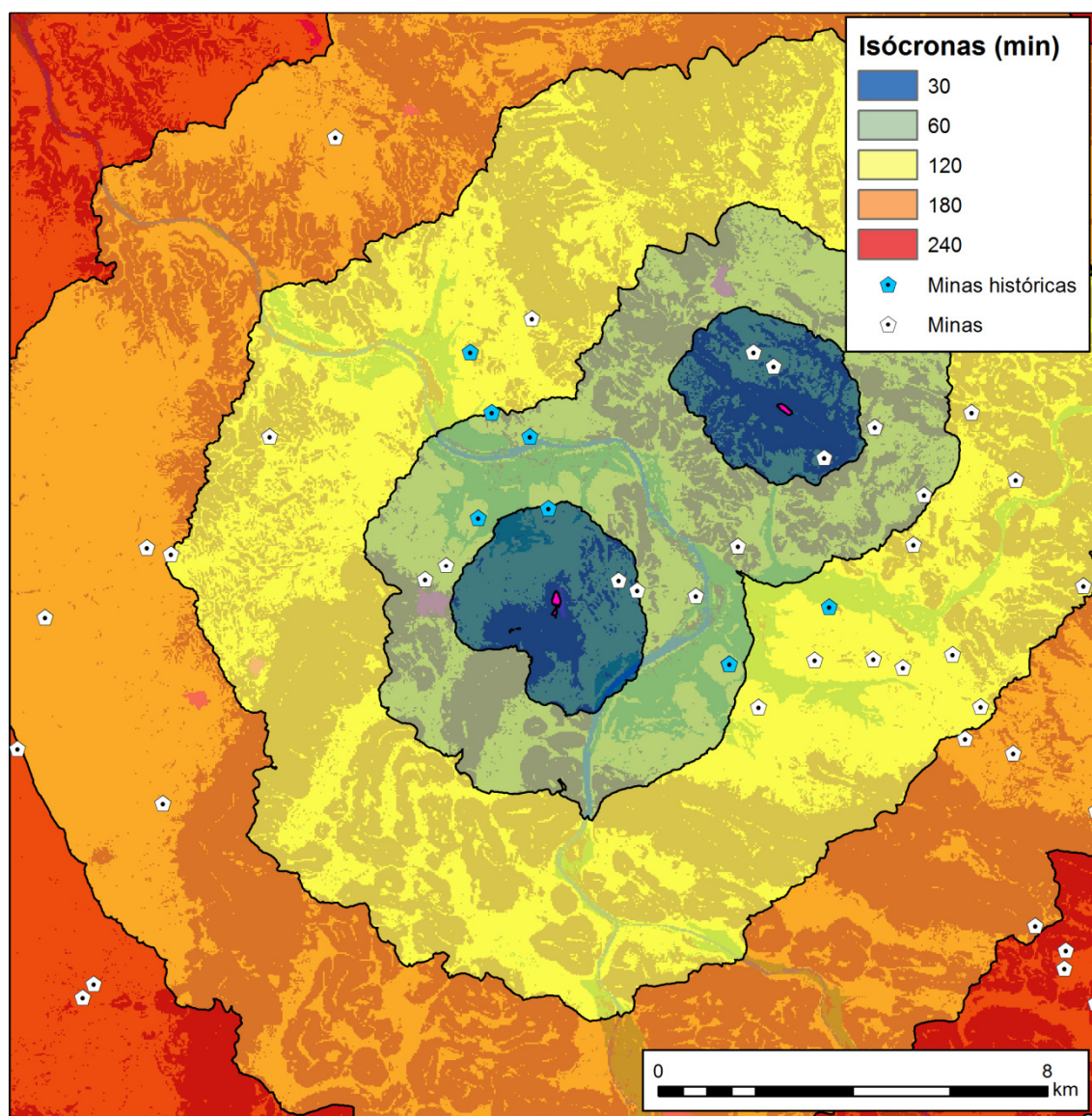


Figura 15: Isócronas y recursos utilizados para el análisis de captación

La clasificación de los suelos por isócronas (tabla 1 y fig. 16) muestra unos resultados dentro de lo esperado en líneas generales, con una cantidad bastante pareja entre monte y secano hasta que, llegada la isócrona de 180-240 minutos, la predominancia del secano se hace más evidente. En líneas generales podemos considerar que las 3 primeras isócronas se corresponden con el espacio próximo a los asentamientos donde la explotación del territorio podría realizarse de forma regular desde el mismo. Estas isócronas muestran una predominancia, aunque no muy pronunciada, de los espacios cultivables frente al monte, siendo especialmente destacable el hecho de que los espacios irrigables se encuentren mayoritariamente entre 30 y 60 min y que más allá de las 2 horas sean verdaderamente escasos, lo cual quiere decir que las zonas fértiles del territorio capillúo eran, pese a lo escasas, cercanas y fácilmente accesibles. La tercera y cuarta isócronas significan el final de los espacios de regadío y, dadas la mala calidad del suelo y la distancia a las poblaciones, muy posiblemente el final de los espacios de cultivo salvo en el sector suroccidental, dada su cercanía con Almorchón.

Minutos	Monte	Secano	Regadío	Rio	Indeterminado
30	41,39%	53,61%	4,11%	0,67%	0,23%
60	35,33%	48,54%	13,54%	1,94%	0,65%
120	52,27%	42,14%	5,06%	0,48%	0,05%
180	48,66%	49,17%	1,54%	0,38%	0,24%
240	36,20%	61,88%	1,02%	0,72%	0,19%

Tabla 1: Distribución de los usos potenciales dentro de cada isócrona.

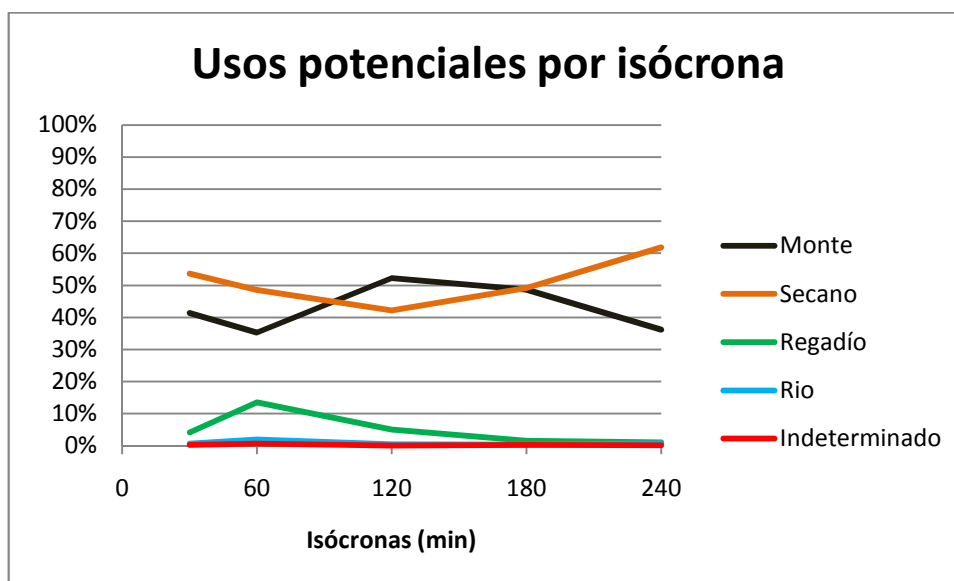


Figura 16: Gráfica referida a los datos de la tabla X.

No obstante, hay que señalar que la distribución de los usos potenciales es bastante diferente entre ambos asentamientos (tabla 2), siendo el entorno de Garlitos menos apto para la agricultura que el capillúo. Su ubicación en la cresta de una sierra es un factor determinante para esta circunstancia pues provoca que el espacio más inmediato presente fuertes pendientes en las que, las manchas atribuidas a secano, se ven tan limitadas que es poco probable que fueran usadas para el cultivo. Kabbāl, en cambio, presenta unas condiciones más amables en sus cercanías, casi monopolizando los espacios irrigables a menos de 60 minutos. Esta menor capacidad productora deducida a través del peor acceso a los

recursos sirve para reforzar la hipótesis de que B.Ṭ.R.L.Š. sería un asentamiento de carácter secundario, destinado en parte a servir de apoyo a Kabbāl.

	Monte	Secano	Regadío	Río	Indeterminado
Capilla	41,44%	51,95%	5,39%	0,99%	0,23%
Garlitos	57,06%	40,30%	2,43%	0,00%	0,21%

Tabla 2: Usos potenciales en función del asentamiento más cercano

En lo que respecta a las minas, la muestra está formada por 46 entidades, siendo el plomo el principal elemento explotado con 27 casos frente a los 13 de cobre y zinc, 4 de plata y 2 de hierro, si bien es verdad que se desconocen los metales obtenidos de una buena parte de las explotaciones (16), por lo que las cifras anteriores podrían variar significativamente. La disposición geográfica de los metales parece bastante dispersa, sin que puedan apreciarse zonas de especial frecuencia de uno o de otro. En lo que respecta a las áreas de captación, se puede observar cómo la minería se ha venido realizando en zonas cercanas a ambos asentamientos, descendiendo su número con la distancia (Fig. 17). No obstante, el entorno más inmediato (isócrona de 0 a 30 min) muestra un número menor, quizás debido a la cercanía con las zonas habitadas. Esta tendencia a la cercanía se observa también en las minas históricas, situándose 5 de ellas (Tabla de las Cañas incluida) en la segunda isócrona y las 2 restantes en la tercera, siendo la distancia máxima de 85 minutos. Hay que añadir también que la última isócrona se encuentra bastante incompleta respecto al tamaño total que podría tener, por lo que la cantidad de minas seguramente sería mayor, aunque en ese caso tampoco serían incluidas gran parte al solapar con las áreas de captación de Almorchón, Madroñiz o Chillón.

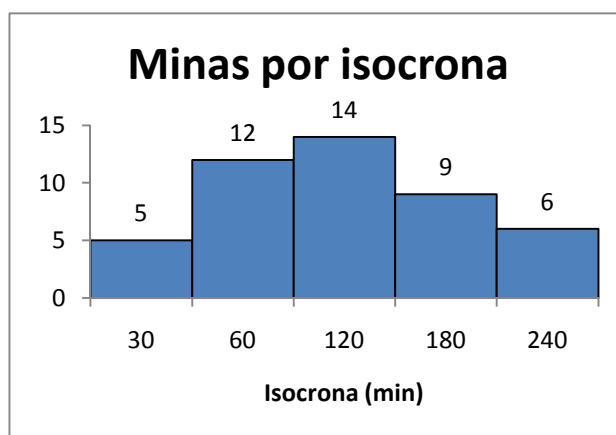


Figura 17: Distribución de minas por isócronas

4.2. Kabbāl en su entorno social

4.2.1 Accesibilidad al *ḥiṣn*

El proceso realizado anteriormente se engloba dentro de los denominados cálculos de accesibilidad, entendiendo esta como "*la medición de la capacidad de una localización para ser alcanzada o para alcanzar otras localizaciones*" (Herzog 2014c: 720). A grandes rasgos podría decirse que existen dos tipos de accesibilidad, una de atracción que mide la accesibilidad hacia un lugar y otra de emisión que, como en el caso del análisis de captación anterior, la mide desde ese punto al espacio de alrededor. En

arqueología se han aplicado multitud de estrategias para calcular la accesibilidad, cada una pensada con un fin específico y con unos límites y posibilidades bien marcados. En este caso, se calculará la accesibilidad al *ḥiṣn* a partir de un modelo basado en el movimiento conocido como MADO, Modelo de Acumulación del Desplazamiento Óptimo desde un Origen.

Aplicado por primera vez en 2006 por el investigador del CSIC Pastor Fábrega-Álvarez, se trata de un modelo por el cual se estima, desde todos los puntos de un área dada, el camino óptimo para acceder a una localización a partir de variables de coste como las utilizadas en los cálculos de rutas óptimas entre dos puntos. La peculiaridad de este modelo es que, para calcular esos caminos desde todas las celdas, se basa en la aplicación de herramientas de hidrografía utilizadas sobre un mapa de costes generado desde un punto de origen. Para comprenderlo mejor podemos imaginar una superficie con valores de coste calculados desde un punto fueran utilizados como dimensión Z, generándose una superficie que, en una vista tridimensional, tendría forma de sumidero. Aplicando sobre esta las herramientas hidrográficas de dirección y acumulación de flujo tendríamos como resultado algo así como el "flujo de personas" que se desplazan por la superficie hacia un "sumidero", situado en el punto del cual queramos calcular la accesibilidad (Para una explicación en mayor detalle, Llobera *et al.* 2011).

La utilización de los MADO goza de gran popularidad en los últimos años en nuestro país, habiéndose aplicado para analizar el poblamiento en diferentes contextos del Paleolítico (Fernández-Fernández 2010), la Prehistoria tardía y la Protohistoria (Parcero-Oubiña *et al.* 2013; Galmés 2015), así como el papel de estas zonas de desplazamiento en diferentes paisajes de tipo monumental (Fábrega-Álvarez *et al.* 2011b; Señorán *et al.* 2014). Dada su sencillez, tanto de planteamiento como metodológica, la aplicación de los MADO puede llevarse a cabo fácilmente a pequeña y gran escala, como se verá más adelante en el trabajo, dando unos resultados que han sido generalmente favorables. No obstante, este método cuenta también con las desventajas propias de los modelos hidrográficos dado que la acumulación de flujo es calculada siempre desde 0 y a partir de la información presente en la capa de costes, sin tomarse en consideración posibles nodos de comunicación o caminos existentes fuera de esta (Herzog 2014c: 722).

En este caso, la aplicación del MADO está destinada a modelar el desplazamiento humano hacia ambos *ḥuṣūn* para determinar qué áreas quedarían cubiertas por qué accesos. Para el caso de Kabbāl, los resultados permitirán determinar la predominancia de una puerta sobre la otra, así como comprobar las preferencias de acceso al *ḥiṣn* a partir de las zonas de paso controladas por cada una de ellas o modelar las vías de evacuación para resguardarse en caso de cabalgada o asalto enemigo.

Para la creación del modelo, tras comprobar los resultados poco realistas con la función de Tobler (sería necesario, quizás, utilizar una nueva variable como la textura del terreno), se decidió optar por la ecuación de Herzog obtenida a partir de la de Minetti pues parece ser más sensible a los desniveles, algo que en un paisaje de sierras donde los asentamientos se sitúan sobre riscos parece bastante oportuno. Dado que el MADO plantea la generación de modelos de desplazamiento sin un punto de origen premeditado, se tiende a optar por la utilización de superficies de costes isotrópicas (Fábrega-Álvarez *et al.* 2011a: 255), pero en este caso se ha optado por utilización de costes anisotrópicos, utilizando una tabla en la que los valores de pendiente tengan un coste equivalente al de su inverso (Tripcevich 2009). Esta metodología no es perfecta dado que se están estimando los costes para cualquier punto a partir de una herramienta diseñada para calcularlos desde uno en concreto, pero se ha considerado preferible a la utilización de anisotropía al tener en cuenta factores como los movimientos laterales sin variación de pendiente, muy utilizados en relieves accidentados. El modelo, siguiendo el sistema planteado en Llobera *et al.* 2011, se ha aplicado en un área circular de 15 km alrededor del *ḥiṣn* de Kabbāl.

Los resultados obtenidos a partir de herramientas de cuencas hidrográficas (Fig. 18) indican una predominancia clara de Kabbāl frente a Garlitos del río Zújar y las zonas de tránsito paralelas a este, lo que refuerza todavía más el papel secundario de este último propuesto anteriormente. Así, pese a que su vigilancia correría de parte de ambos, el valle del Zújar probablemente fuera de dominio capillúo mientras que la proyección territorial de Garlitos probablemente estaría más centrada en la cuenca situada al norte del *ḥiṣn* donde, por el momento, no parece haber más asentamientos contemporáneos.

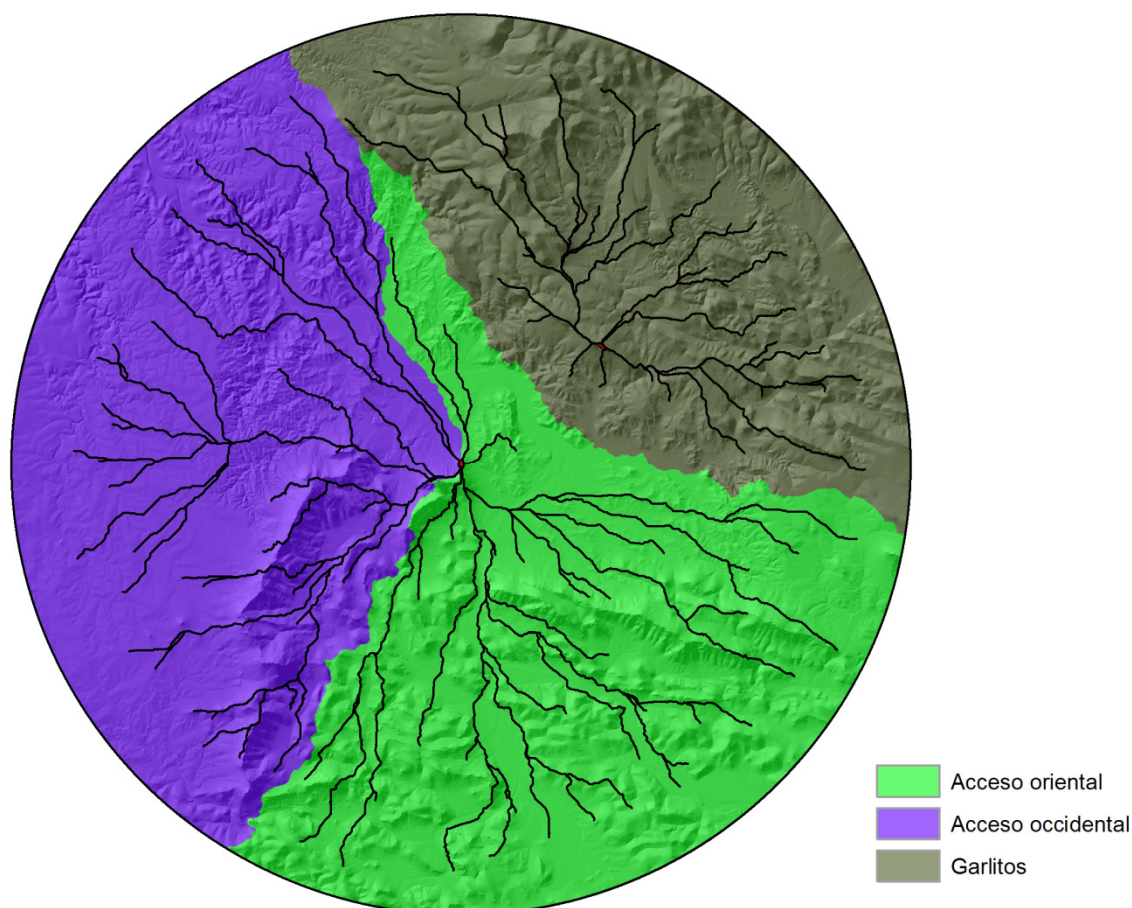


Figura 18: Cuencas de accesibilidad a los *ḥuṣūn*. Las líneas marcan los flujos de desplazamiento hacia los puntos de acceso correspondientes.

En cuanto a la predominancia de una puerta sobre otra en el caso de Kabbāl, el acceso oriental cubre una superficie ligeramente mayor que el occidental, si bien es verdad que en caso de no haberse calculado la cuenca de Garlitos la diferencia entre ambos accesos sería mayor. En todo caso, pese a esa superficie claramente superior cubierta por el acceso oriental, hay que tener en cuenta que la superficie de costes original asume la posibilidad de poder cruzar el río Zújar en cualquier punto, algo que no sería posible en los momentos de mayor caudal. Hay que revisar pues la situación de los puentes para dar una visión más real. En este caso, el puente que se situaba al este de la población está claramente en el área de influencia del acceso oriental. En cuanto al puente romano o medieval de La Garbayuela, utilizado tradicionalmente para conectar Capilla y Peñalsordo con Garlitos, está cubierto por el acceso occidental. Por lo tanto, podemos deducir a grandes rasgos que la distribución de los accesos estaría bastante pareja, pues la puerta oriental cubriría los accesos desde el sur (Córdoba) y el este (Chillón y Almadén) y la occidental los del norte (Garlitos) y oeste (Mérida).

4.2.2. Kabbāl en la red de poblamiento local

Dentro de la red de poblamiento andalusí Kabbāl actúa, por su ubicación, como nexo de unión entre la línea fronteriza que controla los pasos entre la *kūra* de Mérida y Fahs al Ballut y la densa organización de fortificaciones de Chillón y Almadén. Dentro de esta red de poblamiento, Kabbāl se encontraba a menos de una jornada de distancia (8 horas) a pie de poblaciones importantes en todas las direcciones. Hacia el interior de Extremadura, Al-Arš (en Esparragosa de Lares) se encontraría a 4,9 horas y, más hacia el oeste, siguiendo la frontera entre *kuwar*, Almorchón distaría 5,92 horas. Ya en territorio cordobés, a 6,88 horas se encontraba Gafiq (Belalcázar) una de las capitales del Fahs al Ballut. Hacia el este, el por aquel entonces importante Ḥiṣn ibn Harum (Aznarón) distaría únicamente 4,97 horas mientras que, ya en la zona de Chillón, el espacio ocupado actualmente por la ermita de la Virgen del Castillo se encontraba a esa misma distancia. Hacia el norte, territorio prácticamente vacío de fortificaciones, la única población cercana es, evidentemente, Garlitos, a cuyo recinto se podría acceder en 1,92 horas.

Pero además de por caminos, una red de fortificaciones de estas características también utilizaría otro tipo de conexiones para comunicarse entre sí aprovechando las buenas condiciones de visibilidad de muchos de sus integrantes, bien de forma directa mediante señales luminosas o de humo o bien de forma indirecta mediante el arrasamiento de alguna población en algún episodio violento. Aunque ya se entrará más en detalle en estas cuestiones, a modo de anticipo se han calculado las cuencas visuales de Kabbāl y Garlitos para comprobar las posibilidades de comunicación remota con otras poblaciones (Fig. 19). Las cuencas visuales han sido tomadas, en el caso de Kabbāl, desde las 9 torres de las cuales tenemos conocimiento mientras que, en el caso de Garlitos, se han marcado 6 puntos a lo largo de su perímetro y uno en la parte central. Teniendo en cuenta el origen de las cuencas, se ha utilizado una altura del observador de 4 m y una de 2 m (una persona montada a caballo o en un carro) para la entidad observada, estableciéndose, además, el límite para poder llevar a cabo comunicaciones a distancia en 30 km.

El resultado obtenido nos muestra cómo, efectivamente, entre ambas fortificaciones controlan la gran mayoría de la intersección entre Zújar y Esteras, complementándose en aquellos espacios invisibles para uno de los dos. En lo que respecta a la intervisibilidad con otras poblaciones, es también bastante pareja, dividiéndose por ambas Al-Arš y Al-Quṣayr (Puebla de Alcocer) al noroeste y la Virgen del Castillo al este. De la red de Chillón y Almadén es visible también la pequeña fortificación de Arrubiel desde Kabbāl mientras que, desde Garlitos, se observaba Ḥiṣn al-Ma'din, situado en la propia población de Almadén. En la parte más oriental de la figura 19, ambas cuencas visuales se quedan a pocas celdas de poder visualizar el recinto de Morro del Puente, por lo que, dado que este está representado con un punto en lugar de con un polígono, cabría considerar la posibilidad de que fuera realmente visible. Por último, resulta bastante destacable que, a través de una estrecha penetración de la cuenca de Kabbāl en Córdoba, puede divisarse Las Atalayuelas, una fortificación de muy poca entidad cuya función pudo ser, quizás, la de servir de nodo para posibles comunicaciones entre la actual comarca de Los Pedroches y la antigua prolongación por Extremadura del Fahs al Ballut.

4.2.3. Aproximación mediante SIG a la defensa de Kabbāl

Uno de los usos más vistosos de los SIG en Arqueología viene de la mano de la Arqueología del Conflicto. La utilización de GPS y aparatos topográficos para georreferenciar los elementos hallados en campos de batalla y su posterior tratamiento mediante SIG permiten observar los conflictos bélicos desde una perspectiva totalmente diferente y muy explicativa (A modo de ejemplo, la cartografía de

González-Ruibal 2013). Pero la utilización de los SIG en la Arqueología del Conflicto puede tener también una funcionalidad más allá de la meramente descriptiva y, la aparición de ciertos enfoques ambiciosos hace pensar que el futuro podría pasar por la utilización de modelos basados en agentes y su aplicación, mediante SIG, a campos de batalla (Rubio-Campillo *et al.* 2013).

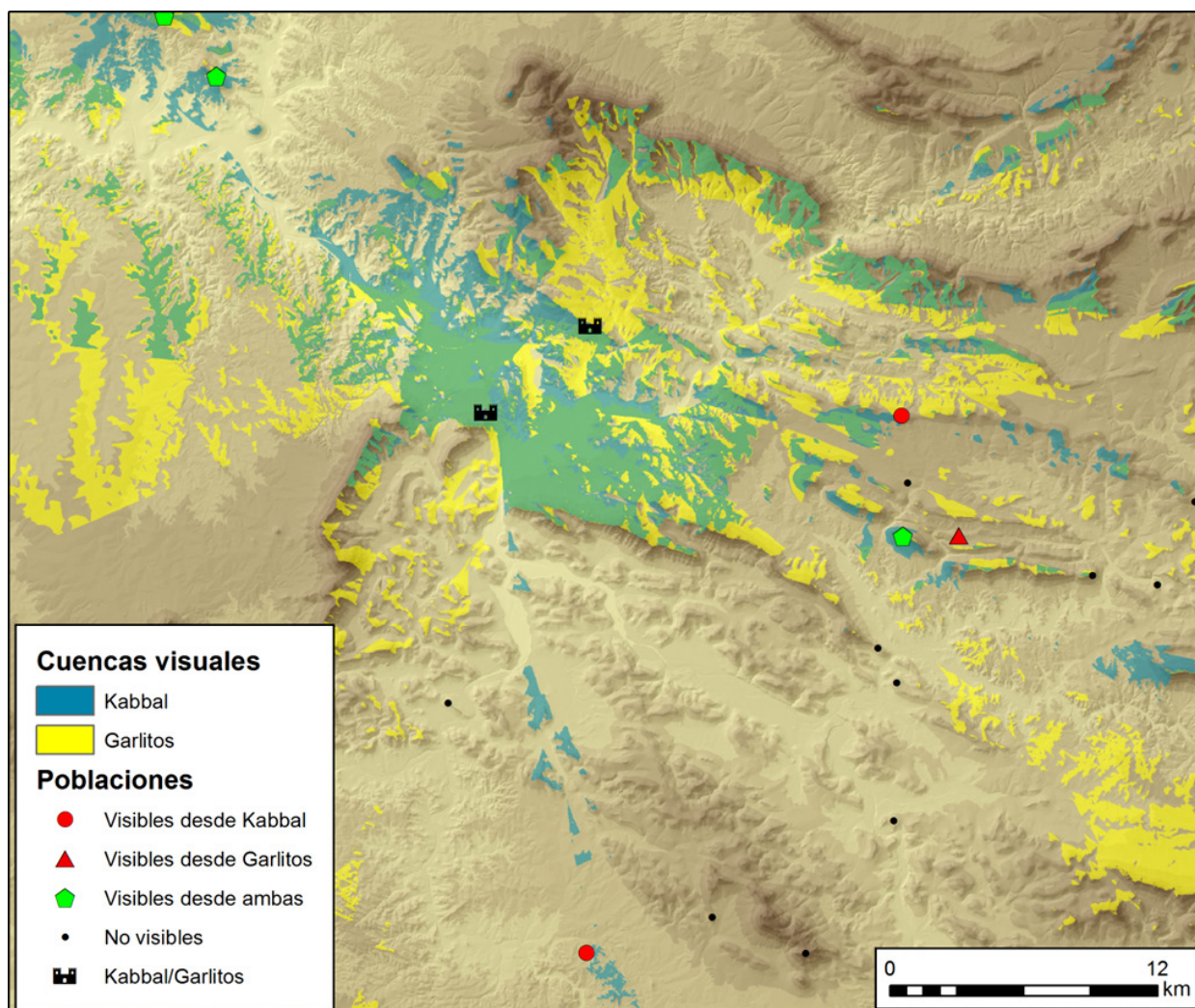


Figura 19: Cuencas visuales de Kabbāl y Garlitos

Con un relato histórico por detrás y unas evidencias arqueológicas que lo corroboran, la toma de Capilla plantea una gran oportunidad desde el punto de vista de la Arqueología del Conflicto al ofrecernos la oportunidad de dar forma física a un suceso bien conocido desde hace siglos pero del que, hasta hace pocos años, no había pruebas que lo apoyasen. El hecho de que el asedio se extendiera durante tantas semanas supone un aliciente a la hora de prolongar esta línea de investigación dado que el número de residuos generados debió de ser muy elevado e iría más allá de los propios proyectiles que se han encontrado hasta ahora. Así, una prospección intensiva de la zona con un detector de metales podría, incluso, determinar el área en la que se estableció el campamento asaltante.

Sin embargo, prospeccionar un área tan grande sin una orientación previa resultaría muy poco rentable para proyectos sin grandes presupuestos, como es el caso, por lo que convendría acotar la superficie de prospección a partir de algún método fiable. Una posibilidad sería, por ejemplo, marcar unas áreas como probables para haber sido utilizadas para plantar máquinas de asedio como un fundíbulo o trabuquete, cuya estructura se dejaba fija en el suelo y que, por tanto, debían de permanecer mucho

tiempo en el mismo lugar. Dadas las evidencias de proyectiles de asedio encontradas en el poblado almohade, podría aproximarse a partir de SIG un cinturón alrededor del lugar del hallazgo donde se acotase una distancia mínima y máxima a la que debió de producirse el lanzamiento. El alcance de estas máquinas de asedio ronda los 200-300 metros pero está determinada por multitud de variables que, una vez determinadas, pueden ser incluidas en simuladores⁶ para comprobar los resultados. Sin embargo, por el momento no disponemos de detalles técnicos de la maquinaria que pudo utilizarse en la toma de Kabbāl, por lo que no se avanzará en estas cuestiones todavía.

Sí podemos, sin embargo, realizar una primera aproximación al alcance defensivo del castillo, entendiendo como tal la distancia máxima a la cual podrían llegar los proyectiles lanzados desde las torres suponiendo que, como era el caso de las tropas de Fernando III, la guarnición capillúa hizo uso de ballestas para defender su plaza. A partir de las observaciones de Payne-Gallwey (1995: 20) basadas en experimentación con ballestas del siglo XV, más modernas que las que se usarían en Kabbāl, la distancia máxima de alcance en un disparo de 45º de ángulo rondaría las 375 yardas (342,9 m), mientras que la distancia de tiro al blanco, es decir, la máxima a la que se podría acertar a un objetivo apuntándole, estaría entre las 65 y las 70 (Poco más de 60 m). Se ha tomado, por tanto, esa distancia de 342,9 m como una hipotética máxima distancia de las ballestas utilizadas en Kabbāl pero, dada la posición predominante sobre el entorno inmediato, el alcance desde las torres probablemente fuera mayor, por lo que tendrá que ser calculado. El proceso llevado a cabo para ello ha sido sencillo: mediante la ecuación del movimiento parabólico, previo hallazgo de la velocidad inicial de lanzamiento, se ha calculado la altura sobre el nivel del mar del proyectil lanzado desde una torre en todas direcciones (Fig. 20) y, a continuación, se ha comprobado la diferencia entre esta y la topografía del terreno. Aquellas zonas en las que la altura del proyectil es mayor o igual serán clasificadas como zonas dentro del alcance de las torres mientras que, aquellas donde la altura es menor, serán zonas fuera de alcance (Fig. 21).

Variables tales como el rozamiento o el peso del proyectil podrían ser utilizadas también para una creación más realista de estas zonas de alcance defensivo. Esta ha constituido una primera aproximación muy somera a lo que podría convertirse en una vía de investigación futura dentro del contexto de los SIG y la Arqueología del Conflicto.

$Y = (z_t + h_t + h_s) + x \tan \alpha - \frac{gx^2}{2V_0^2 (\cos \alpha)^2}$	<p>Donde:</p> <p>Y = Altura del proyectil (m)</p> <p>z_t = Altura sobre el nivel del mar de la torre (m)</p> <p>h_t = Altura de la torre (m)</p> <p>h_s = Altura del sujeto que dispare (m)</p> <p>x = Distancia horizontal (m)</p> <p>α = Ángulo de disparo</p> <p>g = Aceleración de la gravedad (m/s²)</p> <p>V₀ = Velocidad del proyectil en origen (m/s)</p>
---	---

Figura 20: Ecuación utilizada para determinar la altura del proyectil. Los valores utilizados han sido: z_t = Obtenida a partir del MDT; h_t = 4 m; h_s = 1,60 m; x = Obtenida a partir de una capa de distancias euclidianas; α = 45º; g = 9,8 m/s²; V₀ = 57,98 km/h (obtenida a partir de otra ecuación).

⁶ <http://www.virtualtrebuchet.com/>

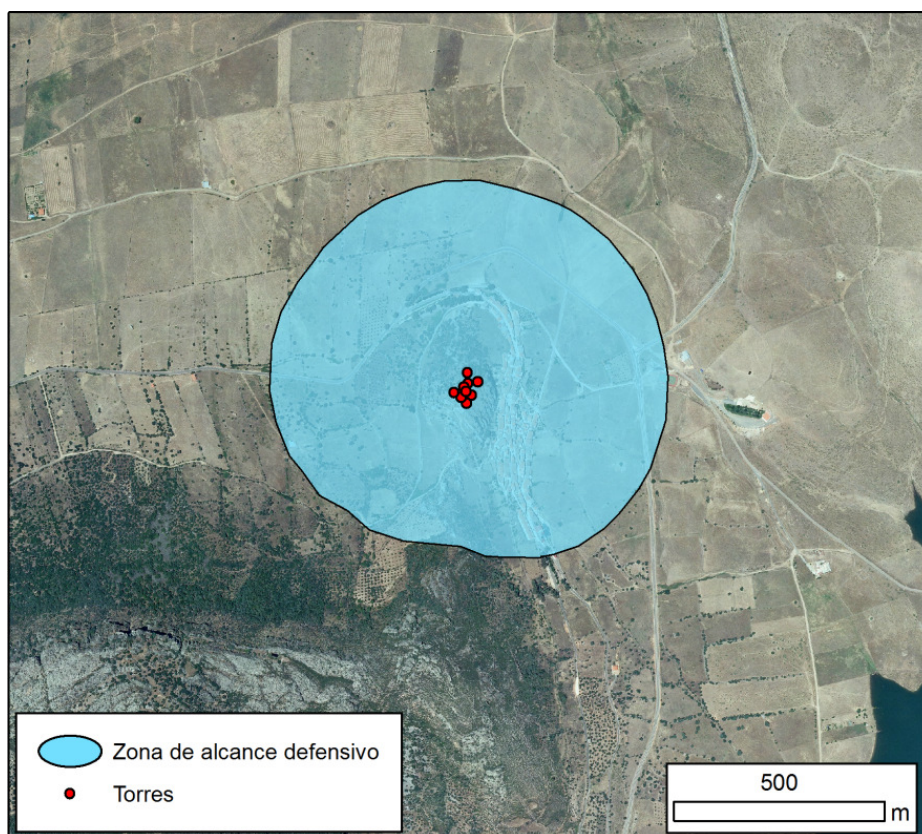


Figura 21: Zona de alcance defensivo estimada para Kabbāl

5. Análisis de la red defensiva andalusí

5.1. Acerca de la red defensiva y su funcionalidad

A continuación van a llevarse a cabo una serie de análisis para comprobar cómo podían interactuar los diferentes elementos de la red defensiva andalusí y el control efectivo que ejercían sobre su entorno. Estas premisas se ajustan a la idea de considerar todo elemento fortificado dentro de una estructura unitaria erigida con fines defensivos para controlar el territorio y ejercer de "muro" ante el avance enemigo. Esta visión ligeramente romántica está bastante extendida en el imaginario colectivo y, hasta cierto punto, el propio uso del concepto "red defensiva" durante este trabajo está influida por la misma. Sin embargo, una red que ejerciera un control total sobre las prolongadas fronteras medievales requeriría, entre otras cosas, un estado con una autoridad fuerte y efectiva por todo su territorio y con un aparato militar detrás capaz de sustentar semejante red defensiva, cuestiones ambas que no estuvieron presentes en los reinos medievales peninsulares. De hecho, para el caso de los *ḥuṣūn* andalusíes ya hemos visto que, si bien existirían infraestructuras defensivas de iniciativa estatal, la construcción de muchos *ḥuṣūn* habría corrido a cargo de los habitantes locales sin intervención alguna del estado.

Para hacerse una mejor idea conviene leer las reflexiones al respecto de Francisco García Fitz (2000; 2004). Así, es cierto que parte de la historiografía viene considerando desde hace tiempo que estas redes defensivas constituirían "fronteras-cadena" y no "fronteras-barrera", es decir, basada en puntos de vigilancia dispersos que permiten el paso pero que están conectados espacial y visualmente. Así, no existe duda de la existencia de una premeditación a la hora de ubicar los elementos defensivos en busca

de lograr amplitud visual e intervisibilidad entre ellos, pero la capacidad defensiva efectiva ha de ser puesta en duda. Continuando en esta línea, García Fitz no niega el carácter defensivo de estas estructuras. Sabemos que tanto cristianos como musulmanes tenían un concepto propio de frontera, con un significado ideológico muy fuerte en el caso de estos últimos (Franco-Moreno 2014: 118) y que existía voluntad por reforzar los territorios fronterizos para frenar el posible avance enemigo. Sin embargo, no tenemos constancia histórica de que las fortificaciones fronterizas actuaran alguna vez como una verdadera red que organizara acciones coordinadas frente a los invasores. De hecho, estas líneas fronterizas parecen bastante permeables.

Así, tenemos constancia de cabalgadas cristianas como la de Fernando II a Jerez de la Frontera o el conde Rodrigo González de Lara al Aljarafe sevillano que recorrieron cientos de kilómetros de ida y de vuelta sin que ninguna población intermedia tratase de cortarles el paso. Hay que tener cuenta además que, más allá de las principales ciudades, las guarniciones presentes en los *ḥuṣūn* apenas debían superar las pocas decenas en caso de haber alguna, un número muy bajo como para hacer frente a un ejército enemigo, mientras que el alcance defensivo desde la propia fortificación no debía ser muy amplio como ya se ha comprobado anteriormente.

García Fitz considera que de existir una función defensiva en estos sistemas fronterizos no sería la de frenar el avance de una invasión sino, más bien, "empantanar" los intentos de expansión territorial. El razonamiento es muy sencillo: El objetivo de las guerras solía ser la posesión de un determinado territorio pero ese territorio pertenece *de facto* a quienes lo habitan y si estos se resguardan en un punto fuerte no se puede, por tanto, controlar el espacio. Esta estrategia llevada a cabo por los habitantes locales a la que bautiza como "obsidional" sería la verdadera defensa llevada a cabo por las fortificaciones mientras que la defensa armada sería gestionada por la autoridad estatal desde las principales ciudades.

En este estudio debemos considerar, por tanto, el control llevado a cabo por la muestra de estudio dentro de unas redes que, si bien estarían interconectadas y podrían comunicarse a distancia, tendrían una función de simple vigilancia dentro del contexto defensivo, sin una capacidad de respuesta armada ante posibles incursiones. Por otro lado, no podemos olvidar que las fortificaciones podrían tener otras funciones más allá de la defensiva como ejercer de capital y brazo del estado en un territorio, servir de punto de apoyo en una ofensiva o ser utilizado como parada y punto de descanso en trayectos de larga distancia.

5.2. SIG aplicado a los itinerarios andalusí

La red poblacional andalusí estaba, como ocurre dentro de cualquier sociedad compleja, organizada a partir de itinerarios que articulaban los desplazamientos a largas distancias y cuyos trazados respondían a diferentes lógicas y necesidades. La organización de estos itinerarios no fue tan reglada ni institucionalizada como en época romana, pero algunos fueron recogidos por geógrafos como al-Iṣṭajrī o Ibn Ḥawqal en el siglo X o al-Idrīsī en el XII, habiendo constituido una fuente de información fundamental para historiadores y arqueólogos.

Dada la facilidad que supone el trazado de rutas de mínimo coste a partir de SIG, la existencia de estos itinerarios históricos es una gran oportunidad para comprobar lo apropiado de las funciones aplicadas a día de hoy para modelar los desplazamientos humanos, además de darnos la posibilidad de

rellenar los espacios vacíos que todavía hoy están presentes en algunos itinerarios en caso de tener éxito en el trazado de las rutas. Otras aproximaciones con SIG a rutas históricas, generalmente calzadas romanas, han presentado resultados variados. En ocasiones, las funciones de coste en tiempo o energía se muestran realmente ineficaces (Verhagen *et al.* 2014) mientras que en otros casos los resultados pueden ser relativamente buenos dependiendo de la función (Güimil-Fariña y Parcero-Oubiña 2015), aunque en cualquier caso siempre se coincide en la necesidad de incluir puntos de destino intermedios para conseguir resultados verdaderamente aceptables o, a lo sumo, explorar la inclusión de nuevas variables hasta alcanzar el objetivo (Herzog 2014b).

Para este caso en concreto hay que añadir una dificultad dado el origen de la información, pues las fuentes de las que bebieron los geógrafos de la época fueron los testimonios de terceras personas que no eran verificados normalmente (Franco-Moreno 2005: 45), generándose imprecisiones e incongruencias más o menos graves. Sea como fuere, se han tomado como referencia la rutas entre Córdoba y Mérida-Badajoz, Córdoba y Miknāsa y Córdoba y Toledo registradas por al-Idrīsī en *Los caminos de al-Andalus* (1989) y la de estas dos últimas ciudades según Ibn Ḥawqal (López Martínez de Marigorta 2012) para compararlas con los resultados obtenidos mediante SIG. Las rutas han sido calculadas con las tres funciones referidas en el apartado 3.5 y de forma anisotrópica desde Córdoba.

Los resultados son bastante claros por sí solos. La ruta a Mérida y Badajoz, según al-Idrīsī, partía de Córdoba al norte y accedía a Extremadura a través del corredor del Alto Guadiato, densamente fortificado en época andalusí para cubrir, precisamente, dicho acceso (Córdoba de la Llave 2001). A continuación se dirigía al oeste, hasta Zuwāga (Azuaga) para comenzar el camino ya en dirección Mérida pasando por al-Hanš (Alange) y, de ahí, a Badajoz. De las tres funciones utilizadas, únicamente la de Minetti-Herzog muestra alguna similitud con el itinerario propuesto al adentrarse en el valle del Alto Guadiato (Fig. 22). El caso de la ruta a Toledo (Fig. 23) presenta unos resultados todavía más decepcionantes pues únicamente parece cumplirse el paso por al-Kudya (La Bienvenida, Almodóvar del Campo).

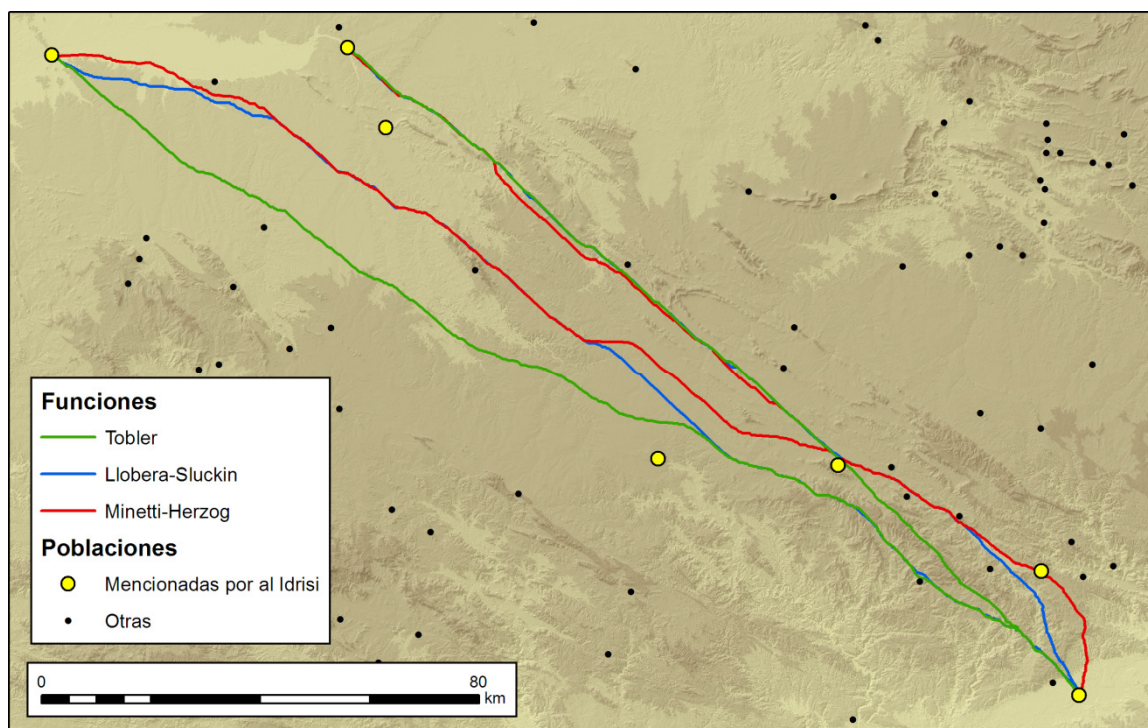


Figura 22: Rutas de coste mínimo para los trayectos Córdoba-Mérida y Córdoba-Badajoz

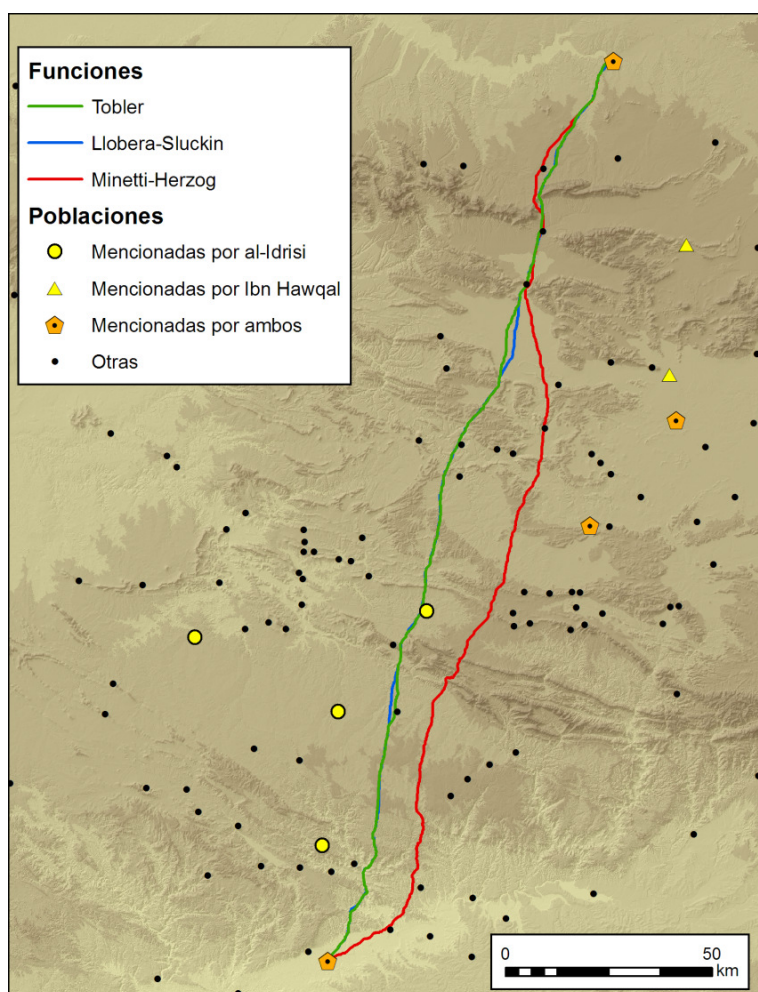


Figura 23: Rutas de coste mínimo para el trayecto Córdoba-Toledo

Mediante estos dos ejemplos queda patente que los trazados de estos itinerarios no respondían únicamente a variables de coste desde el punto de origen y el de destino sino que otros factores culturales estarían presentes. En el caso de la ruta a Toledo, la inclusión de un punto intermedio en Calatrava mejora considerablemente el resultado de acuerdo con el itinerario de Ibn Hawqal, por lo que quizás, una solución para crear modelos más reales pase por incluir factores de atracción hacia poblaciones (Llobera 2000), de diferente peso en función de la importancia de las mismas. No obstante, hay que tener en cuenta que los itinerarios de los geógrafos musulmanes fueron concebidos para trayectos de varias jornadas de duración, no de una sola. Esto quiere decir que, nuevamente, a la hora de buscar nuevos factores para generar unos modelos reales habría que tener en cuenta la duración de una jornada de trayecto, bien en tiempo o bien en distancia, para poder determinar las posibles paradas en función de las poblaciones disponibles.

5.2.1 El itinerario Córdoba-Miknāsa

Para este trabajo resulta especialmente relevante el itinerario entre Córdoba y Miknāsa de al-Idrīsī ya que nombra a Kabbāl como sexta parada. La ruta descrita es la siguiente (Al-Idrīsī 1989: 86):

"De Córdoba a Obejo (Ubāl) hay 24 millas, a Pedroche (Biṭrawš) hay una etapa, de Pedroche a Šant Qūniyya hay dieciocho millas, de Šant Qūniyya a Šant Q.R.Q. hay doce millas, a Kabbāl hay doce millas, a

B.Ṭ.R.L.Š. hay ocho millas, a Qunaytarat Balà o Bali hay doce millas, a Ṭālūt hay doce millas, a Miknāsa hay dieciocho millas, a Azuaga (Zuwāga) hay treinta millas, a al-Gilāl hay una etapa"

A día de hoy conocemos la ubicación gran parte de las estaciones de este itinerario, por lo que podemos hacernos una idea del trazado. Desde Córdoba se iría en dirección norte hasta el actual Pedroche para girar entonces a *Šant Qūniyya*, en Santa Eufemia, y más adelante, tomar el río Zújar en dirección a Capilla y Garlitos pasando por *Šant Q.R.Q.*, cuya ubicación es desconocida al haberse perdido el topónimo original (Arjona Castro 2001). La siguiente parada, Bali, se erigió sobre los restos de la ciudad romana de Lacimurga, en el peñón de Cogolludo (Navalvillar de Pela), situado unos 37 kilómetros al noroeste de Garlitos y marcando el límite claro de este itinerario. Así, la siguiente parada, Ṭālūt, parece corresponderse con el castillo de Tolete, en Los Blázquez, Córdoba, en dirección contraria hacia donde se dirige el resto del itinerario, mientras que después de Miknāsa nombra a Azuaga y al-Gilāl (En Zalamea de la Serena), situados ambos al sur de Badajoz, lo que quizás haga referencia a un camino secundario no especificado por al-Idrīsī (Franco-Moreno 2008b: 497).

Pero el principal problema en este itinerario no es otro que la propia Miknāsa, cuya ubicación trae de cabeza a investigadores desde hace décadas sin que aparezcan indicios definitivos para decantarse por una posibilidad. La culpa, en parte, viene dada por el origen de la palabra, pues Miknāsa era el nombre de una de las tribus norteafricanas que se estableció por diversas partes del territorio extremeño (Franco-Moreno 2005), pudiendo haber quedado atribuido a más de una localización. Sea como fuere, a través de fuentes históricas se puede constatar la existencia de una población llamada Miknāsa de cierta envergadura. Entre estas fuentes, que den pistas sobre su localización tenemos, además del itinerario, más indicaciones de al-Idrīsī situándola a una etapa de Cáceres y dos etapas ligeras de Maḥāḍat al-Balāt y una de al-Iṣṭajrī que lo hace a cuatro días de Córdoba, mencionando también en otro texto una ciudad de nombre Miknāsa en el valle del Guadiana, indicación corroborada por al-Muqaddasī e Ibn Ḥawqal (Anotaciones de Mizal en Al-Idrīsī 1989: 192).

Las primeras aproximaciones a la ubicación del asentamiento, anteriores a la publicación del itinerario, situaban a Miknāsa en el anteriormente nombrado peñón de Cogolludo o en el cerro del Mingazo, en Cáceres. En la década de 1990, con el itinerario ya publicado, un par de investigadores situarían la población en Zalamea de la Serena, localización que solo tendría sentido en caso de que Kabbāl, B.Ṭ.R.L.Š. y Bali estuvieran mal asociadas a sus poblaciones correspondientes. En la actualidad, las dos teorías con más fuerza sitúan Miknāsa en la provincia de Cáceres: Para Sophie Gilotte (2002), la ciudad se encuentra en la Villeta de Azuquén, una imponente fortificación situada al norte de Trujillo y a 88 km de Bali. Por otro lado, Bruno Franco-Moreno y Andrés Silva (2001) la sitúan en el cerro de El Castilijillo, en Valdemorales, otra fortificación de grandes dimensiones en la sierra de Montánchez, a 57 km de Bali.

Ante este debate, se consideró que, quizás, la creación de rutas de coste mínimo podría ser útil para desnivelar la balanza hacia alguna de las dos posibilidades. El resultado, no obstante, deja bastante que desear (Fig. 24) lo cual podría significar que; o bien este sistema no es el más apropiado, como sucedía en los casos anteriores, o bien Miknāsa no se sitúa en ninguna de las dos localizaciones propuestas.

5.2.2 Fortificaciones y rutas de coste mínimo

Los resultados anteriores han evidenciado que el coste mínimo no era el único criterio por el que se regían los desplazamientos a larga distancia de época andalusí. No obstante, las figuras 22, 23 y 24 dan pie a pensar que sí que existe cierta relación entre las rutas generadas y la ubicación de algunas poblaciones. A modo de experimento, se han generado las rutas de coste mínimo con las tres funciones

anteriores entre las ciudades (*mudūn*) de la muestra de estudio y, alrededor de estas, se han cuantificado las poblaciones presentes a 500, 1000 y 2500 m, obteniéndose el resultado expresado en la tabla 3.

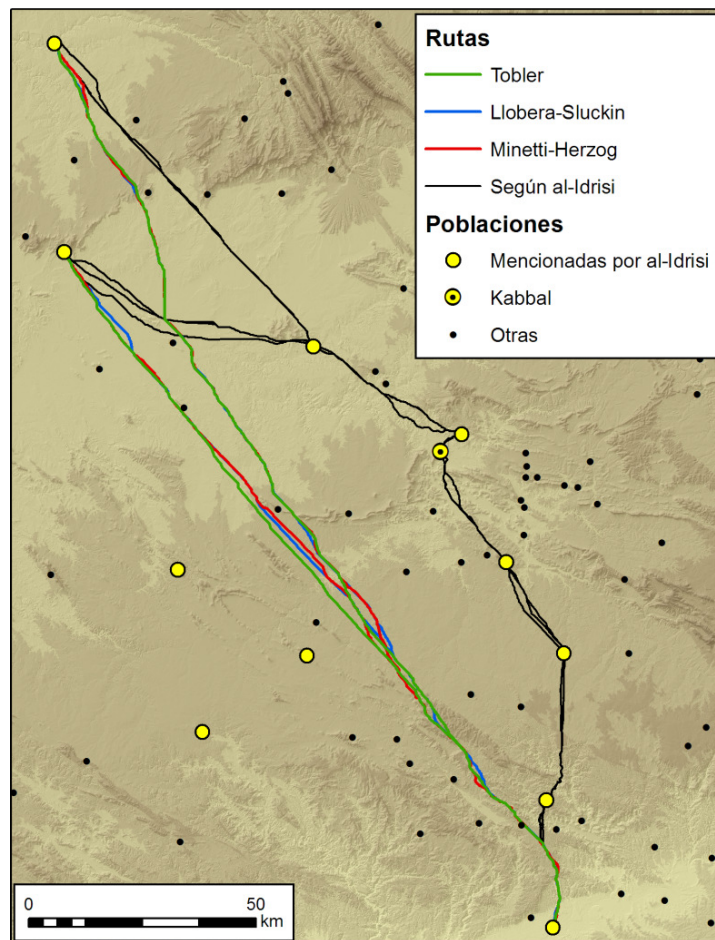


Figura 24: Rutas de coste mínimo entre Córdoba y los posibles emplazamientos de Miknāsa comparados con el citado por al-Idrisī

Media de poblaciones por distancias según función				
Función\Distancia	0-500 m	500-1000 m	1000-2500 m	General
Tobler	7,286	3,429	6,857	5,857
Llobera-Sluckin	6,714	3,571	8,571	6,286
Minetti-Herzog	8	5,286	6,286	6,523

Tabla 3: Media de poblaciones situadas en cada intervalo de distancia respecto a las rutas generadas entre las ciudades de la muestra de estudio. Se han restado, del primer intervalo, el origen y el destino de las rutas.

Como se puede comprobar, los resultados obtenidos con las tres funciones tienden a pasar por las cercanías de varias poblaciones, siendo el intervalo de distancia más inmediato el que mayor número recoge en dos de los casos. Los datos parecen bastante positivos pues, en términos cuantitativos, estar en el primer intervalo significa para una población que más del 94,56% de las celdas del área de estudio se encuentran más alejadas que ella de las rutas generadas y, para los dos siguientes intervalos, el 91,62% y el 81,49%. Más adelante se volverán a abordar estos datos para comprobar su significación.

5.3 Visibilidad

5.3.1. Herramientas de visibilidad en Arqueología

De todas las funciones anteriormente enumeradas sobre los castillos y fortificaciones medievales el control visual del territorio es, por su proyección en el espacio, el aspecto principal en que se va a centrar este estudio. Ya se ha comprobado, mediante cuencas visuales, el control visual ejercido sobre la intersección Zújar-Esteras por Kabbāl y Garlitos y su intervisibilidad con otras fortificaciones y, a continuación, se aplicarán los mismos análisis en toda la muestra de estudio.

Conviene, no obstante, puntualizar acerca del uso de las herramientas de visibilidad y sus limitaciones. El cálculo de cuencas visuales fue probablemente uno de las aplicaciones del SIG en arqueología que mayor desarrollo tuvo durante la década de 1990 y, a día de hoy, sigue teniendo bastante relevancia a la hora de tratar un concepto tan importante en la Arqueología del Paisaje como el de visibilidad. Su aplicación no ha estado exenta de críticas por parte de los sectores que se muestran más a favor del enfoque fenomenológico relativas a la imposibilidad de aproximarse a la percepción humana mediante métodos cuantitativos, el error de dar predominancia a la vista sobre los demás sentidos, el actualismo de utilizar sistemas de representación actuales para sociedades del pasado, y un largo etc. (Wheatley 2012; Llobera 2012). Estas críticas, sin embargo, no han logrado frenar el uso de este tipo de herramientas.

Pero más allá de las limitaciones propias de cualquier aproximación al pasado, existen también otro tipo de limitaciones propias de los entornos donde se esté trabajando y del método utilizado por el cada software para generar las cuencas. Así, las herramientas de visibilidad calculan esta en todas las direcciones a partir de una localización determinada y, por lo general, sin una limitación ni jerarquización específicas. Estos resultados presentan una visibilidad igual en todas sus celdas sin tener en cuenta otras variables de las que depende su calidad como la distancia, la luz o el ángulo de incidencia solar (Wheatley y Gillings 2000), por lo que estos resultados no serán nunca completamente fieles a la realidad. De todas las variables de las que depende la calidad de la visibilidad, la más usada normalmente para generar modelos es la distancia, que será, a su vez la que se utilizará a continuación.

5.3.2. Generación de cuencas visuales

Sobre una muestra formada por 200 elementos se han calculado para cada uno de ellos unas cuencas visuales jerarquizadas en función de la distancia. Sobre el resultado, conviene aclarar como ya se hizo con anterioridad, que estas cuencas se han calculado a partir de un solo punto por cada fortificación cuando lo más real hubiese sido disponer de polígonos de todas ellas. Por esta razón, hay que asumir que el resultado serán aproximaciones y que, probablemente, el área visible cubierta por cada elemento fuera mayor a la que se le haya generado. No obstante, se hizo una revisión visual para detectar algunos casos como el castillo de Santa Cruz de la Sierra o el de Peñafiel, cuyas cuencas visuales eran bastante erróneas debido a pequeños errores de localización maximizados por el relieve pronunciado. Al igual que en el caso de Kabbāl y Garlitos, se ha considerado una altura de 4 m para el observador y 2 m para la entidad observada.

En lo que respecta al proceso de jerarquización de las cuencas en función de la distancia, se contemplaron varias posibilidades a partir de la bibliografía disponible. Por un lado está la opción de la visibilidad borrosa desarrollada por Peter Fisher durante los años 90 que transforma el área visible en valores continuos del 1 al 0 que se reducen con la distancia (Fisher 1994). Por el otro lado está la forma de jerarquización más utilizada, la clasificación en diferentes categorías a partir de la distancia

euclidiana. Un criterio para clasificar muy recurrido es el que elaboró Tadahiko Higuchi(1983) en función de la altura máxima de la vegetación. Higuchi define una primera distancia límite equivalente a 60 veces dicha altura en la que los árboles pueden percibirse de forma individual y donde la vista no tiene tanta predominancia sobre el resto de sentidos y una segunda que va hasta 1100 veces en la cual las copas de los árboles que forman grupos pueden percibirse pero no diferenciarse entre sí. Más allá de dicha distancia, los elementos visibles se perciben como simples manchas. Existen, evidentemente, formas de clasificar la visibilidad en función de otros criterios como hace Carme Ruestes (2008), que en un caso similar con fortificaciones ibéricas establece 4 categorías a 1, 3, 6 y más de 6 km a partir de información obtenida de diferentes autores.

En este trabajo, se han establecido 3 categorías de visibilidad. La primera, correspondiente con la más inmediata, tiene un límite de 1 km de acuerdo con lo establecido por Fisher (1994: 165), quien extiende el área de visibilidad clara a esa distancia. Para la segunda categoría se siguió el criterio establecido por Higuchi considerándose una altura máxima de la vegetación de 6 m y, por tanto, un límite de 6600 m. Para la última categoría, se estableció como límite 30 km, considerándose esta la distancia máxima con la que podrían comunicarse las fortificaciones de forma remota.

A partir de estos criterios, se han realizado 200 cuencas visuales jerarquizadas tanto en formato vectorial como raster (Fig. 25). Más adelante, en el apartado 5.5 se tratarán los datos aquí generados con detenimiento.

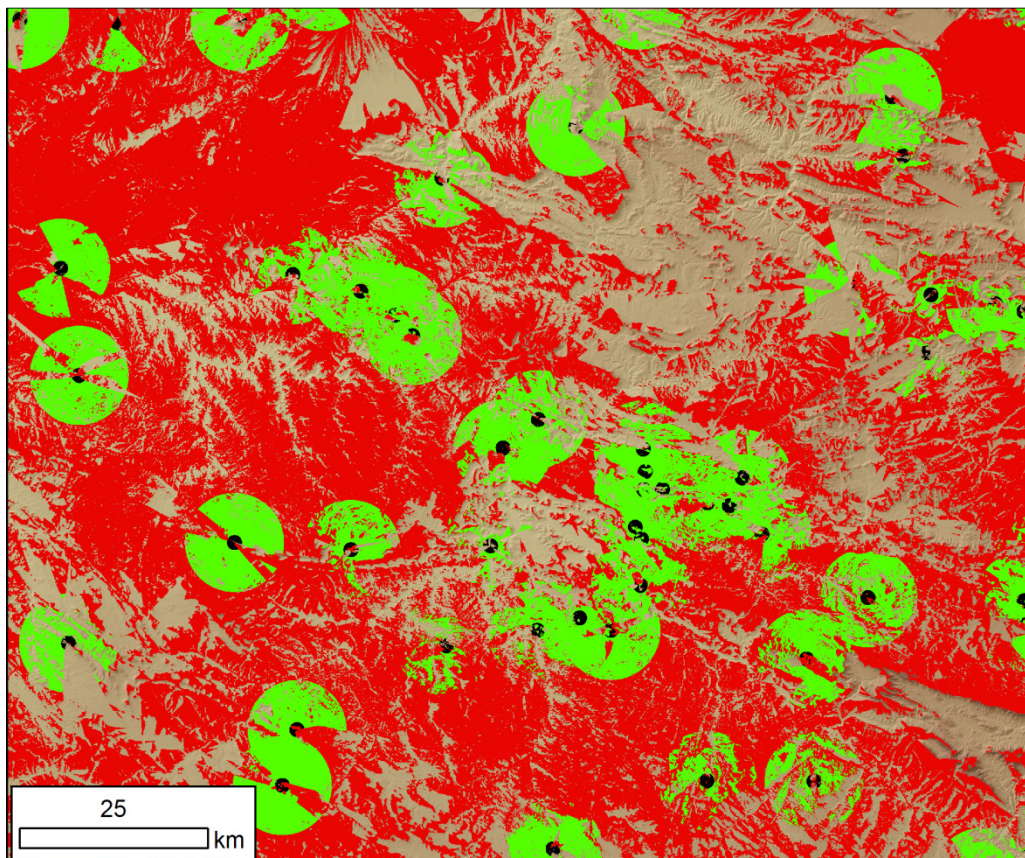


Figura 25: Cuencas visuales jerarquizadas a 1 km, 6,6 km y 30 km de distancia. Se han combinado los 200 casos en una única capa donde se ha indicado, en cada celda, su máxima categoría de visibilidad.

5.3.3. Comunicación remota de la red defensiva andalusí: cálculo de intervisibilidad

Ya se ha comprobado con anterioridad cómo tanto Kabbāl como Garlitos tenían visibilidad con, al menos, 5 y 4 fortificaciones respectivamente, aparte, claro está, de la que tenían entre ambos. Esta condición permitiría, por ejemplo, la posibilidad de enviar algún tipo de señal codificada desde el valle medio del Guadiana hasta Almadén o el Valle de los Pedroches en muy poco tiempo con Kabbāl o Garlitos ejerciendo de intermediarios.

A partir de las cuencas de visibilidad anteriores se ha comprobado la intervisibilidad existente entre los 200 elementos que conforman la muestra de estudio. No obstante, en este caso se han cambiado los criterios dado que no se pretende evaluar el control visual del territorio si no la capacidad para comunicarse entre elementos de una red defensiva. Así, se han trazado líneas entre todos aquellos elementos visibles entre sí y, en función de su longitud, se les ha asignado una calidad 1 o 2. El valor que marca el límite entre una calidad y otra son 13 km, distancia obtenida a partir del estudio realizado sobre la red de fortificaciones de Torres Vedras, Portugal, basadas en el testimonio escrito de los propios constructores (Rua *et al.* 2013). El límite superior, nuevamente, se ha situado en 30 km. El resultado ha sido el que se muestra en la figura 26.

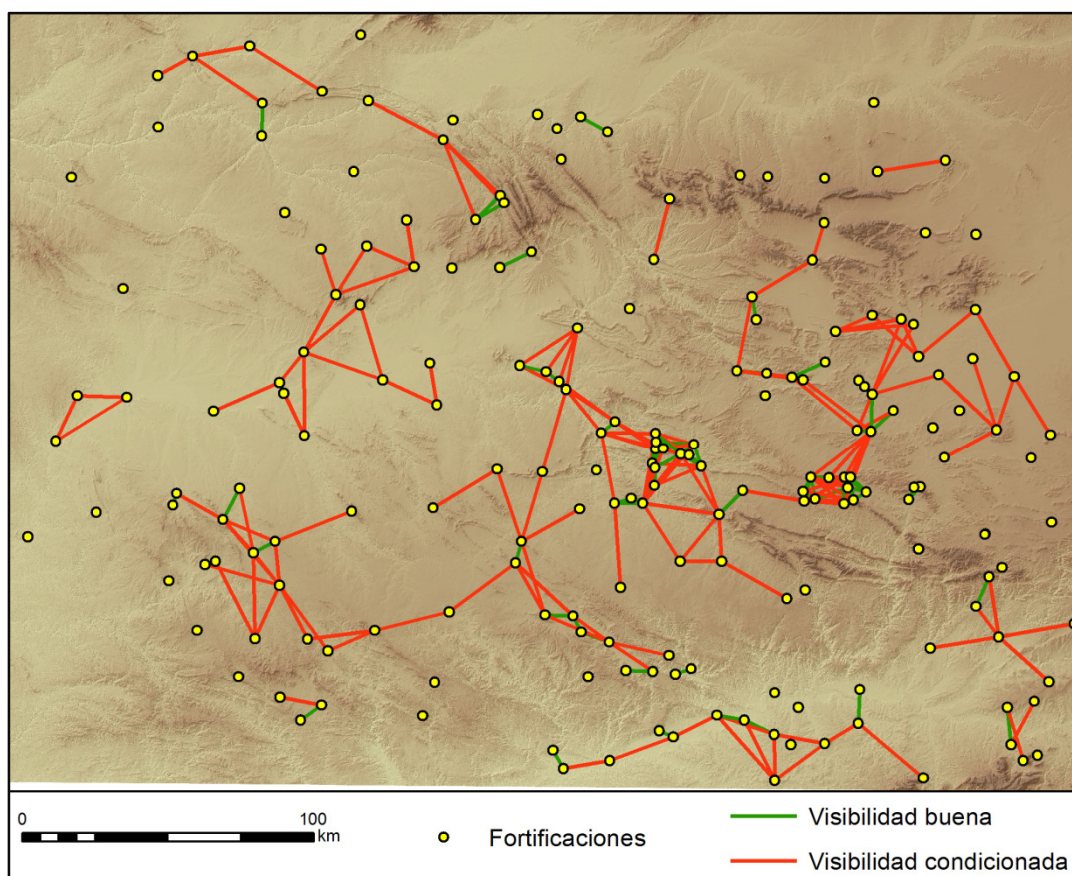


Figura 26: Relaciones de visibilidad entre los elementos de la muestra

Como puede comprobarse, la intervisibilidad de la muestra de estudio es bastante potente, presentando varias redes diferentes de diferentes tamaños. La más grande de todas, con diferencia, sería capaz de conectar el castillo de Monsalud, en la localidad de Nogales, al oeste de Badajoz, con el castillo de El Milagro, en Retuerta de Bullaque, Toledo, o San Carlos del Valle, al este de Ciudad Real, todo esto, con varios ramales intermedios por el corredor del Alto Guadiato o el Valle de Los Pedroches.

Las zonas situadas en los márgenes de la muestra de estudio son precisamente los que menor densidad de líneas de visibilidad presentan, lo que da que pensar que, posiblemente, formasen parte de redes de comunicaciones no reflejadas en la capa generada como, por ejemplo, el densamente poblado curso del Tajo en la provincia de Toledo.

En términos cuantitativos, la tabla 4 y su gráfico asociado nos indican la frecuencia en el número de invisibilidades en la muestra de estudio. Como puede observarse, el grupo mayoritario lo componen aquellas fortificaciones desde las que no se divisa ninguna otra, aunque muy de cerca de las de una invisibilidad por lo que, si le sumamos el factor de los márgenes de la muestra recién comentado, una invisibilidad sería, probablemente, lo más común.

Por otra parte, si comparamos los resultados obtenidos en las cuencas de Kabbāl y Garlitos con esta tabla observamos que ambos presentan un grado de intervisibilidad bastante elevado respecto al resto de la muestra, encontrando únicamente 13 casos con un número mayor que Kabbāl y 16 para Garlitos.

Número de invisibilidades	Frecuencia
0	49
1	48
2	39
3	22
4	18
5	8
6	3
7	7
8	2
9	2
10	2

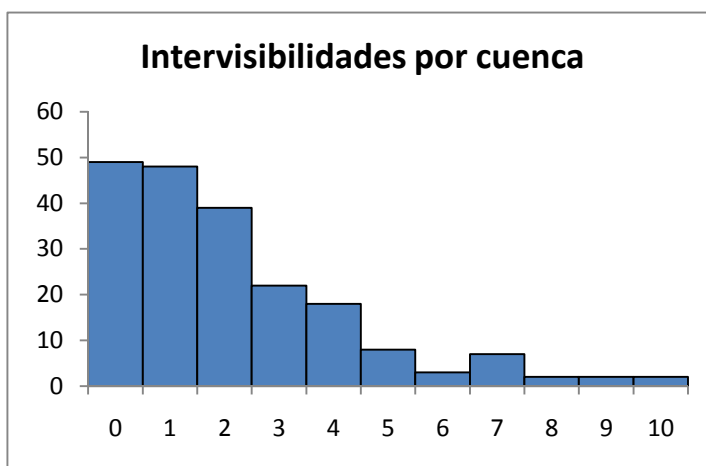


Tabla 4: Frecuencia en el número de intervisibilidades por cada elemento de la muestra

5.4. Fortificaciones y zonas de paso

Más allá de la mera visibilidad, el otro factor que suele asociarse con el control del territorio por parte de una fortificación es su proximidad con zonas de paso y, una vez ahí, que dicho control visual cubra también dichas zonas de paso. Ya se ha podido comprobar que existe cierta relación de proximidad entre elementos de la muestra y las rutas de coste mínimo calculadas entre las principales poblaciones. En este estudio, sin embargo, lo que se pretende realizar es un análisis de movilidad general a mayor escala donde se vean implicadas todas las celdas del área de estudio para poder jerarquizar y determinar las que, *a priori*, serían las zonas de paso naturales.

En los últimos años se han venido realizando estudios de naturaleza similar para modelar estas vías de paso. Patricia Murrieta-Flores ideó, para el sector onubense de Sierra Morena, una metodología por la cual, a través de un análisis morfométrico, se identificaron todos los puertos naturales situados en los bordes de un área de estudio y, a partir de ahí, se trazaron las rutas de mínimo coste entre todos ellos para, a partir de superposiciones y análisis de densidad, modelar las zonas de paso (Murrieta-Flores

2012). Este sistema ha sido utilizado por otros autores a partir de ahí (Capdevila Montes 2013; Yubero-Gómez *et al.* 2015) y se trata, por su lógica a pesar de su sencillez, de una buena aproximación a las rutas transregionales como demuestra sus semejanzas con las vías pecuarias (Murrieta-Flores *et al.* 2014: 82).

Este sistema únicamente tiene en cuenta las vías directas entre dos puntos situados en dos extremos de un área de estudio, sin contemplarse los desplazamientos internos. En su estudio sobre las estatuas menhir del sur de Galicia y norte de Portugal, un equipo del CSIC delimitó las zonas de paso a partir de la superposición de MADO generados desde puntos al azar (Fábrega-Álvarez *et al.* 2011a). Este sistema, cuyo funcionamiento se ha explicado anteriormente, sí que contempla las opciones de desplazamiento desde todas las celdas del área de estudio, aunque al estar basado en acumulaciones de flujo los bordes rara vez quedan contemplados dentro de los caminos generados. Para paliar este efecto, es necesario acotar un área de estudio menor y centrada, garantizándose que se generen MADO desde la fuera de sus límites.

Para generar las zonas de paso en este estudio se ha optado por este segundo sistema. Así, se ha creado una retícula con 50 casillas a lo largo del área de estudio y se ha generado, en cada una de ellas, un punto al azar desde el cual se calculará un MADO. De este sistema se acabarán determinando las zonas de paso naturales de forma jerarquizada pero, no obstante, sabemos que este no es el único criterio que rige una red de poblamiento y los desplazamientos a través de esta, pues existen importantes nodos en las ciudades importantes que condicionan el uso de unas rutas u otras. Para tratar de incluir este factor, los puntos al azar generados en las cuadrículas donde se encontrase alguna ciudad han sido eliminados y, en su lugar, se ha situado uno sobre la ciudad correspondiente.

Los MADO han sido realizados con la función de Tobler de forma anisotrópica utilizando nuevamente los valores invertidos en una tabla. El criterio para jerarquizar las acumulaciones de flujo y determinar en qué momento pasan a convertirse en camino ha sido un valor fijo para los 50 casos. Una vez generados, se han realizado dos operaciones para crear dos capas diferentes: En primer lugar, se ha realizado una suma de todos los MADO para comprobar la superposición de líneas. Los valores de esta han sido clasificados posteriormente en tres categorías, de 2 a 4 líneas una, de 4 a 10 otra y de 10 a 31, máximo valor de superposición, la última. Por otro lado, se ha generado también una capa de densidad con los 50 casos para poder delimitar las zonas de paso en términos de superficie. Se ha utilizado para ello la herramienta *Kernel Density* de ESRI en vez de una de densidad de líneas dado que, al estar basada en cálculos de vecindad, genera unos resultados más realistas acorde con el carácter aproximativo de este estudio. La capa de densidad resultante ha sido clasificada nuevamente en 3 categorías; los valores entre el 30% y el 50% de la distribución se han clasificado como “Densidad media”, entre el 50% y 70% como “Densidad alta” y entre el 70% y 100% como “Densidad muy alta” (Fig. 27).

Con una nueva muestra de 137 elementos adaptada al área de estudio reducida, se han calculado las relaciones de proximidad entre esta y las capas generadas (tabla 5). Puede observarse a partir de las distancias medias cómo, en principio, la proximidad de las fortificaciones respecto a las zonas de paso no parece ser muy representativa, encontrándose la proporción de celdas más lejanas respecto al total en el umbral del 45-50% por lo general. Se ha calculado también el valor de densidad en la celda de cada fortificación (tabla 6), observándose que su valor medio es mayor al del 58,62% de las celdas del área de estudio.

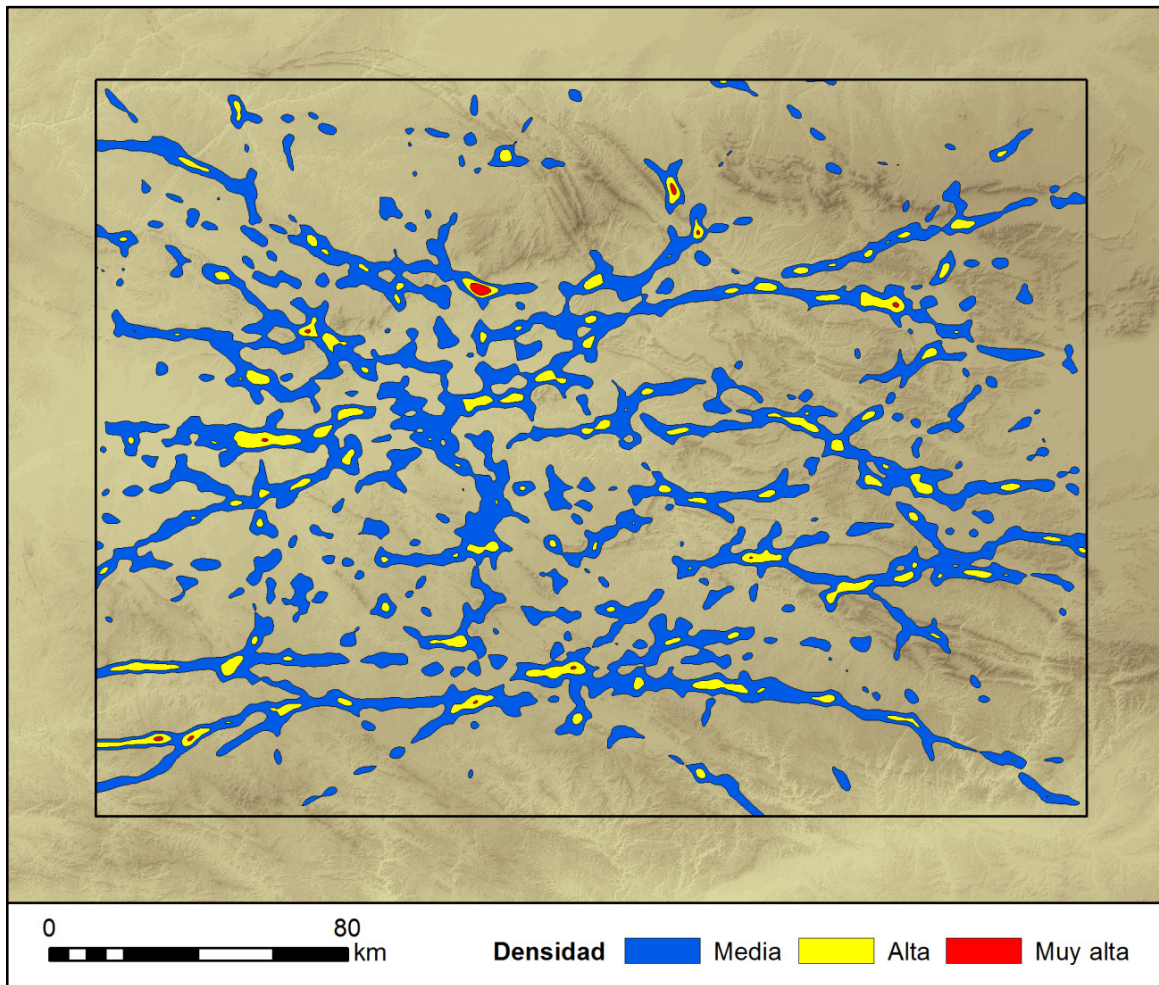


Figura 27: Zonas de paso clasificadas a partir de la densidad caminos. El radio de búsqueda por defecto del cálculo de densidad se estableció en 2964 m.

	Suma de líneas		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Distancia media (m)	902,65	1267,33	3418,08
Celdas más alejadas	36,96%	43,54%	51,18%
	Densidad		
	Media	Alta	Muy alta
Distancia media (m)	2380,68	8244,90	32946,30
Celdas más alejadas	45,66%	48,86%	47,82%

Tabla 5: Distancias medias de la muestra a cada clase de líneas y densidades y porcentaje de celdas más alejadas que las mismas en el área de estudio

Valores de densidad (líneas/km ²)	
Media en fortificaciones	4,916772000
Media de la capa	4,276983863
Celdas con menor valor	58,62%

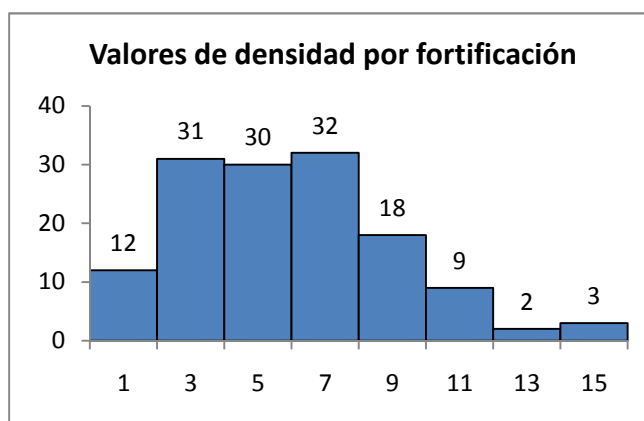


Tabla 6: Distribución de los valores de densidad asociados a cada fortificación y valor de la media respecto al total.

5.5. Análisis del control efectivo del movimiento

Durante las páginas anteriores se ha generado información de dos tipos: Información relativa al control del territorio a partir de cuencas visuales e información relativa a la movilidad humana, a partir de rutas de coste mínimo entre puntos predefinidos por un lado o a partir de flujos de movilidad distribuidos casi al azar. A continuación se pondrá en común toda esta información generada para evaluar el grado de control ejercido por la muestra de estudio sobre la movilidad. Si bien en las tablas se contemplarán los tres tipos de visibilidad y los tres tipos de densidad, dada la escasa superficie de visibilidad inmediata, para facilitar la comprensión de los gráficos la variable de visibilidad será redefinida como “control”, quedando las dos primeras visibilidades como “control efectivo” y la tercera como “control remoto”.

5.5.1 Control de rutas de coste mínimo

En primer lugar, la tabla 7 y la figura 28 nos muestran la visibilidad de las rutas de coste mínimo según la función utilizada, obteniéndose unos resultados muy similares aunque observamos que la función de Minetti-Herzog cuenta con un control ligeramente mejor al de las otras dos, como ya ocurría anteriormente con la proximidad a las poblaciones. Si bien las zonas visibles son mayores a las no visibles, las partes con control efectivo apenas rondan el 17%, por lo que en principio no parece observarse un afán significativo por controlar estos caminos.

		Visibilidad			
		Inmediata	Cercana	Lejana	Ninguna
Función	Tobler	1,02%	15,49%	43,95%	39,54%
	Llobera-Sluckin	0,84%	16,00%	43,06%	40,10%
	Minetti-Herzog	1,17%	15,93%	46,07%	36,83%

Tabla 7: Distribución de las rutas de coste mínimo en función de su visibilidad

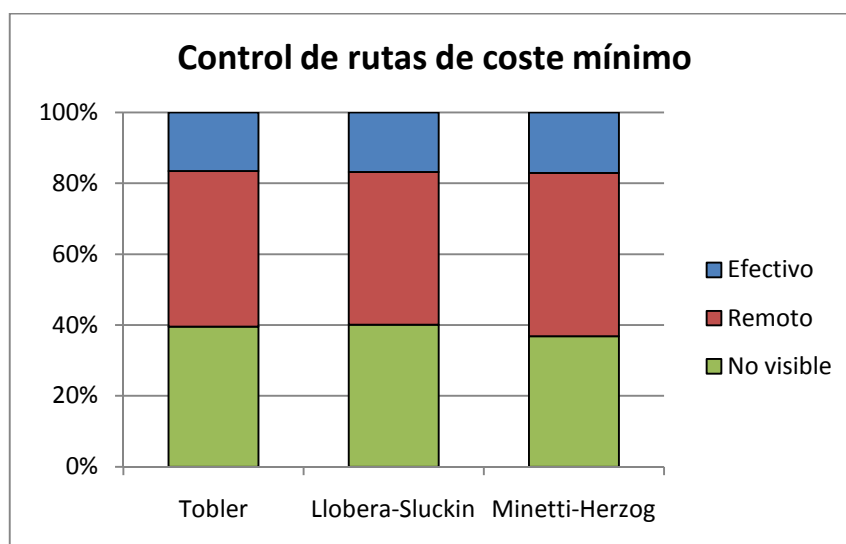


Figura 28: Distribución de las rutas de coste mínimo en función del tipo de control

5.5.2. Control de las zonas de paso

El objetivo principal de este estudio es, sin embargo, observar estas mismas relaciones pero con las zonas de paso obtenidas a partir del cálculo de densidad. Así, por medio de uniones entre capas se ha elaborado una base de datos en la cual se puede observar, para cada elemento de la muestra, la superficie de cada categoría de densidad cubierta por cada zona de visibilidad, así como el valor medio de la densidad de cada una de estas últimas. Generada la base de datos podemos ver el número de fortificaciones cuyas cuencas visuales incluyen zonas de paso de un total de 176 situadas dentro del área de estudio reducida (tabla 8 y fig. 29). Únicamente un 13,07% de los elementos de la muestra no observa ninguna de las zonas de paso generadas mientras que, si bien es verdad que el número de fortificaciones con un control efectivo sobre zonas de alta o muy alta densidad no es muy elevado, para las zonas de densidad media la cifra se eleva a casi un 70%. Comprobando los valores de densidad medios por cada zona de visibilidad (tabla 9) vemos cómo existe una tendencia creciente de dicho valor en función de la cercanía de la zona, presentando las zonas de control efectivo unos valores superiores a los un 60% de la celdas.

		Densidad		
		Media	Alta	Muy alta
Visibilidad	Inmediata	32,39%	7,95%	1,14%
	Cercana	68,18%	36,36%	4,55%
	Lejana	84,66%	60,23%	15,34%
	Ninguna	13,07%		

Tabla 8: Proporción de fortificaciones en función de su visibilidad de zonas de paso

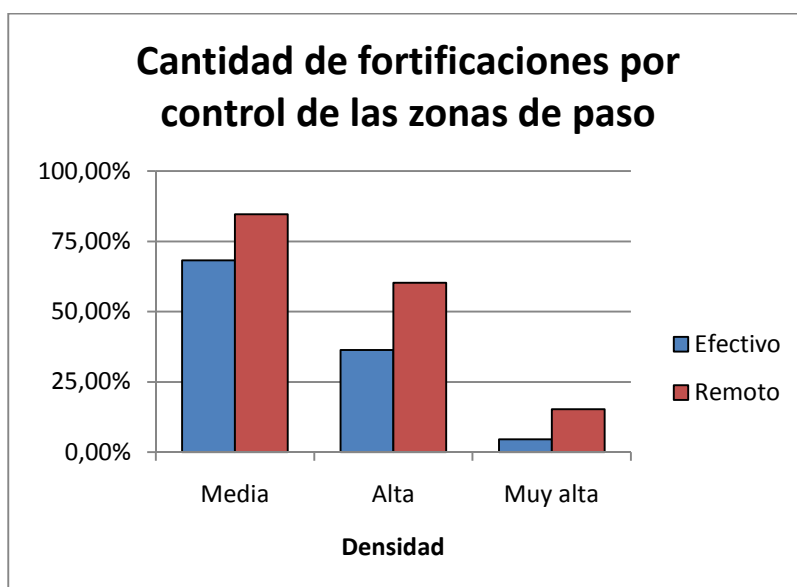


Figura 29: Proporción de fortificaciones en función de su control de zonas de paso

Visibilidad	Densidad media (líneas/km ²)	Celdas con menor valor
Inmediata	4,8347	60,45%
Cercana	4,7051	59,42%
Lejana	3,9889	51,20%

Tabla 9: Densidad media de cada zona de visibilidad a partir de las densidades medias de cada cuenca visual

A lo largo del trabajo se ha insistido en situar los elementos de la muestra dentro de una red interconectada de fortificaciones. Por esta razón, evaluar la cobertura visual de las zonas de paso de forma colectiva probablemente tenga más sentido que hacerlo a partir de los datos individuales dado que, como observamos en el caso de Kabbāl y Garlitos, el control del territorio por parte de fortificaciones cercanas se realiza de forma conjunta y complementaria entre sí. Así, a partir de la visibilidad combinada que se mostró en la figura 25, se ha comprobado la superficie de cada tipo de densidad que es cubierta por cada tipo de visibilidad (tabla 10 y Fig. 30). Las conclusiones a esto son reveladoras dado que, si bien el control efectivo de las zonas de densidad media es bajo, su proporción va creciendo a medida que también lo hace la densidad mientras que las zonas no visibles van disminuyendo, hasta tal punto que de las celdas clasificadas como de muy alta densidad, únicamente el 10,31% son no visibles, llegando el control efectivo a un 35,86%.

		Densidad		
		Media	Alta	Muy alta
Visibilidad	Inmediata	0,54%	1,05%	1,87%
	Cercana	15,96%	25,34%	33,99%
	Remota	50,03%	48,63%	53,83%
	No visible	33,47%	24,98%	10,31%

Tabla 10: Proporción de superficie de cada densidad cubierta por cuencas visuales

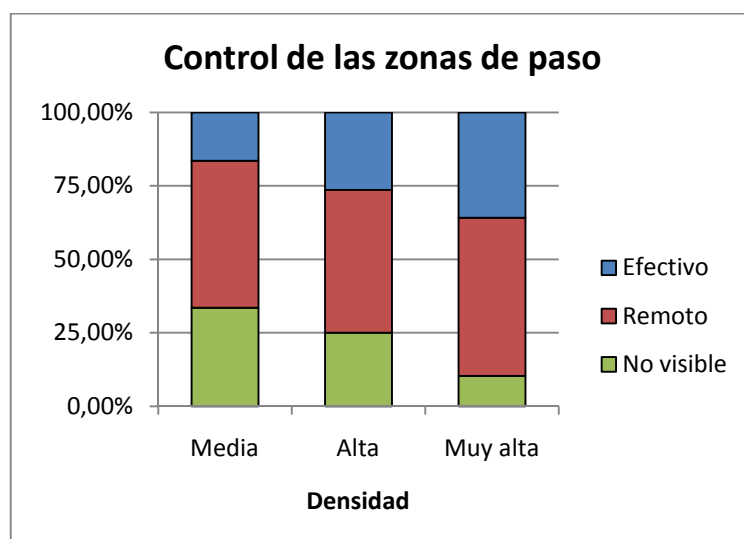


Figura 30: Proporción de superficie de cada densidad con su tipo de control

Parece observarse pues cierta tendencia a controlar mejor las zonas de mayor densidad de desplazamientos. No obstante, se ha tenido en cuenta el control a partir de la superficie cubierta, una opción que puede no ser la más adecuada en algunos casos. Así, en un hipotético caso donde un puerto de montaña presentase una densidad muy alta, una atalaya situada en uno de los lados cubriría el paso a través del puerto pero no así la totalidad de su superficie. Por esta razón, se ha calculado también la proporción, dentro de cada zona de paso, de los valores máximos de visibilidad (Tabla 11 y Figura 31).

		Densidad		
		Media	Alta	Muy alta
Visibilidad	Inmediata	12,02%	10,66%	18,18%
	Cercana	24,52%	31,15%	36,36%
	Remota	57,21%	50,00%	45,45%
	No visible	6,25%	8,20%	0,00%

Tabla 11: Proporción de cada tipo de densidad en función de su valor máximo de visibilidad

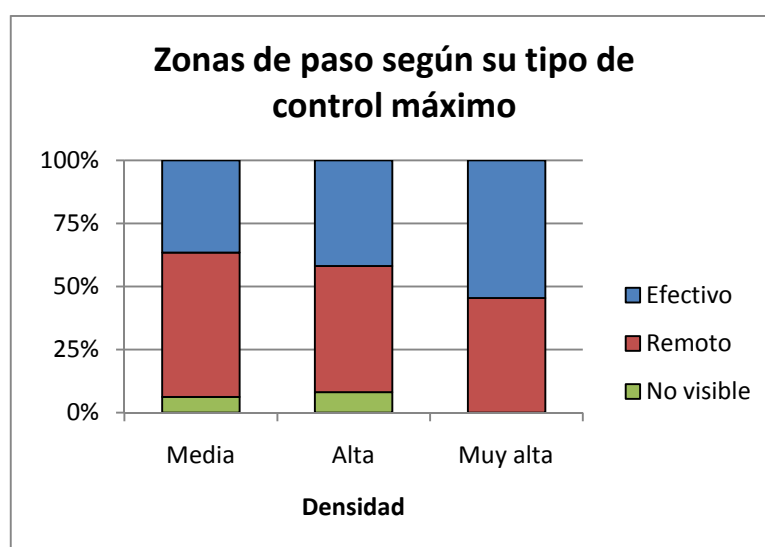


Figura 31: Proporción de cada tipo de densidad en función de su valor máximo de control

Los resultados de esta última comprobación son aun más reveladores. En lo que respecta a las zonas de densidad media, el alto grado de control no ha de ser tomado demasiado en cuenta dada la alta probabilidad de que alguna celda coincidiera con la visibilidad remota debido a la gran extensión de esta última. Sí que parecen reveladores los resultados de las siguientes categorías pues se sigue observando esa tendencia a controlar mejor aquellos espacios con mayor densidad. Incluso se puede observar cómo todas las zonas de muy alta densidad con controladas en algún punto, superando incluso el número de las que tienen control efectivo al de las que lo tienen remoto.

5.6. Significación de los datos generados: análisis estadístico

Durante las páginas anteriores se han observado unos resultados positivos *a priori* con la intención de comprobar la relación existente entre la red de fortificaciones andalusí y las zonas de paso y evaluar el control de las mismas. No obstante, no todos estos resultados son tan positivos como para poder asegurar por sí solos la existencia o no de estas relaciones, por lo que se ha recurrido a test estadísticos para reforzar o desmentir estas hipótesis.

Concretamente, se ha llevado a cabo el test de Kolmogorov-Smirnov con diferentes variables relativas a la posición de las fortificaciones y su control visual. El test de Kolmogorov-Smirnov es una prueba no paramétrica utilizada para comprobar la bondad de ajuste entre dos muestras. En otras palabras, este test nos permite determinar la pertenencia de dos muestras a una misma distribución. En este caso, para reforzar la teoría de que las variables expuestas de la muestra de estudio son producto de una intencionalidad, se compararán sus valores con los de unas muestras generadas al azar. En el caso de las variables de posición, para que los datos sean estadísticamente representativos se ha generado un número de puntos al azar equivalente al 5% del total de celdas de la capa de densidad, resultando así una capa de más de 4 millones de puntos. En el caso de las variables de control visual, el proceso de generar más de 4 millones de cuencas visuales sería tan sumamente costoso que se ha optado por una analogía directa. Así, se han distribuido 200 puntos al azar, misma cifra que la muestra de estudio, en la extensión ocupada por dicha muestra. Los resultados con estas variables no serán completamente representativos pero unidos a la comparación directa de resultados ayudarán a reforzar o no las hipótesis de trabajo.

Los test han sido realizados con el software de estadística R 3.2.2 y sus resultados son los expuestos en las tablas 12 y 13.

Es cierto que el test de Kolmogorov-Smirnov no prueba por sí mismo la voluntad de, por ejemplo, situar las fortificaciones cerca de zonas de paso por parte de los grupos humanos, pero la comparación de esos valores con otros de una muestra estadísticamente representativa de distribución arbitraria nos indica al menos que su distribución probablemente no sea al azar. A este respecto, los valores de la tabla 12 parecen indicar cómo, efectivamente, las fortificaciones de la muestra de estudio tienden a estar situadas en zonas con una densidad de desplazamiento significativa y en las proximidades de las áreas acotadas como “Zonas de paso” y, en general, de los flujos de desplazamiento humanos.

En lo que respecta a las variables de visibilidad, los resultados por sí mismos ya parecían ser reveladores así que los test de Kolmogorov-Smirnov solo ayudarán a poder seguir considerando que, efectivamente, parece observarse un control prioritario de las zonas de paso o no, dado que la muestra al azar no es estadísticamente representativa. No obstante, los resultados obtenidos parecen corroborar esta teoría, salvo en el caso de las zonas de muy alta densidad de paso. No hay que olvidar en cualquier

caso que esos datos se refieren a los resultados de cada cuenca visual. Así, si hacemos como con la muestra de estudio y comparamos la visibilidad combinada para comprobar el control total de las zonas de paso (Fig. 32) observamos cómo, efectivamente, el control desde estos puntos al azar es mucho menor.

Variables de posición de los puntos							
Valor de densidad							
Valor de p	Significativa						
0.01349	Sí						
Distancia a zonas de paso							
Densidad media		Densidad alta		Densidad muy alta		Cualquier densidad	
Valor de p	Significativa	Valor de p	Significativa	Valor de p	Significativa	Valor de p	Significativa
0.003808	Sí	0.009135	Sí	0.6425	No	0.003808	Sí
Distancia a sumas de líneas de desplazamiento							
Clase 1		Clase 2		Clase 3		Cualquier clase	
Valor de p	Significativa	Valor de p	Significativa	Valor de p	Significativa	Valor de p	Significativa
0.0008688	Sí	0.06308	No	0.01043	Sí	0.0002231	Sí

Tabla 12: Resultados de la prueba de Kolmogorov-Smirnov entre variables de la muestra de estudio y una muestra al azar

Variables de visibilidad desde puntos							
Intervisibilidad							
Valor de p	Significativa						
2.2e-16	Sí						
Visibilidad general de zonas de paso							
Densidad media		Densidad alta		Densidad muy alta		Cualquier densidad	
Valor de p	Significativa	Valor de p	Significativa	Valor de p	Significativa	Valor de p	Significativa
2.751e-09	Sí	8.5e-08	Sí	0.485	No	1.359e-13	Sí
Control remoto de zonas de paso							
Densidad media		Densidad alta		Densidad muy alta		Cualquier densidad	
Valor de p	Significativa	Valor de p	Significativa	Valor de p	Significativa	Valor de p	Significativa
2.194e-09	Sí	4.043e-07	Sí	0.6386	No	2.194e-09	Sí
Control efectivo de zonas de paso							
Densidad media		Densidad alta		Densidad muy alta		Cualquier densidad	
Valor de p	Significativa	Valor de p	Significativa	Valor de p	Significativa	Valor de p	Significativa
3.946e-06	Sí	0.01506	Sí	1	No	2.537e-06	Sí

Tabla 13: Resultados de la prueba de Kolmogorov-Smirnov entre variables de visibilidad de la muestra de estudio y una muestra al azar

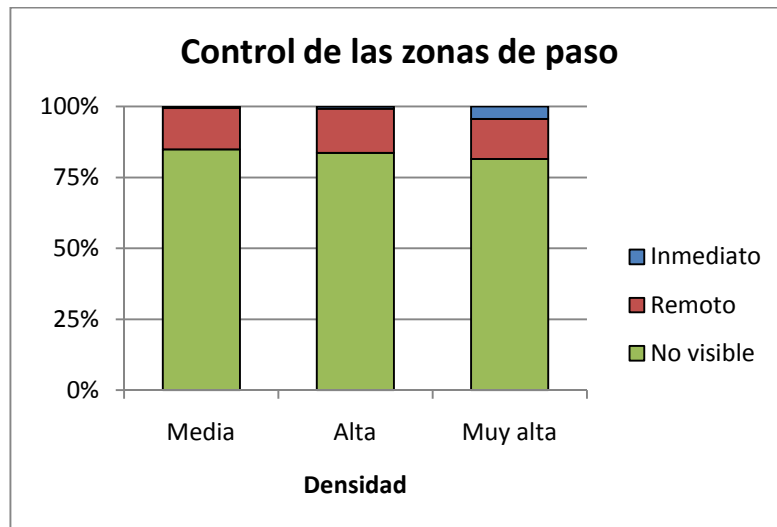


Figura 32: Proporción de superficie de cada densidad con su tipo de control desde puntos generados al azar. Obsérvese figura 30 para su comparación.

6. Conclusiones y futuras vías de investigación

Aproximarse al funcionamiento de sociedades pasadas a través de métodos de base cuantitativa resulta un proceso arriesgado en tanto en cuanto los sujetos de la muestra con la que se trabaja han desaparecido y puede resultar imposible validar los resultados en función de aquello que haya sido analizado. Incluso para épocas relativamente recientes como la aquí tratada de las cuales disponemos de bastante información histórica como para generar unos marcos referenciales sólidos, son más las incógnitas que las evidencias en lo respectivo a los aspectos que regían el funcionamiento de sus sociedades, incrementando la diferencia según bajamos en el escalafón social. Partiendo de esta base ¿Pueden generarse a partir de Tecnologías de Información Geográfica modelos cuyos resultados puedan integrarse de forma positiva sobre el discurso y el conocimiento histórico del que se parte?

No es menester de este trabajo responder a esa cuestión ni creo estar capacitado para solucionar algo de tan largo recorrido en una disciplina tan propensa a la pluralidad y la incertidumbre como es la Arqueología. No obstante, más allá de eternos debates, todo resultado obtenido a partir de este tipo de métodos cuantitativos ha de poder ponerse en relación con ese discurso histórico previo siempre y cuando se acepte el fuerte componente relativo que implica un estudio de este tipo realizado con una muestra siempre incompleta, con unos condicionantes voluntad del propio autor como son las dimensiones del espacio de trabajo o los parámetros utilizados en los análisis, a partir de datos del pasado observados en el presente y donde en todo momento se parte de unas ideas preconcebidas. Ha de aceptarse por tanto el carácter sesgado de los resultados antes de integrarlos en un discurso histórico y estar abierto en todo momento a posibles vías para mejorar los mismos. A partir de esta base, los resultados obtenidos en las páginas anteriores han de relacionarse con el contexto del que se partía.

El paisaje rural andalusí estaba vertebrado a partir de *huṣūn* que ejercían de hitos alrededor de los cuales se distribuía un poblamiento disperso a base de alquerías. Estos *huṣūn*, además de poder ejercer de centros administradores de un territorio, cumplían la función de puntos de referencia para la población rural, que los utilizarían para guarnecerse de las cabalgadas y ataques del enemigo tras sus muros. Suele considerarse que muchos de estos *huṣūn*, especialmente los levantados durante las

primeras décadas de al-Andalus, fueron construidos por iniciativa de los propios habitantes de cada región sin la intervención de ningún poder estatal que erigiese una red defensiva organizada. Por otro lado, tiende a darse por hecho la existencia de estas redes defensivas que funcionarían con un fin de vigilancia común y, dependiendo de la analogía hecha con otros reinos o periodos, incluso que con fines militares. Este fin de vigilancia común prevalecería por lo tanto sobre los factores de individualidad que pudieran estar presentes en un mundo rural *a priori* tan autónomo como por ejemplo la etnicidad (no olvidemos las diferentes tribus que poblaban el territorio) y, dado que la mano del estado parece no estar presente en el control de muchos *ḥuṣūn*, otro factor identitario tendría que estar detrás del funcionamiento de un sistema relacional como ese (¿Religión?).

Ya se expusieron en el apartado 5.1 una serie de reflexiones de García Fitz acerca de las diferencias entre las ideas preconcebidas sobre el funcionamiento de los sistemas fronterizos y la verdadera funcionalidad que pudieron tener. Sin estar de acuerdo en todos los puntos tratados por el autor, es cierto que resulta extraño pensar en la existencia y el uso eficaz de una red defensiva interconectada en la cual los elementos que la componen parecen seguir una organización hasta cierto punto autónoma y algunos de ellos ni siquiera presentan una guarnición permanente. Habría que plantearse si verdaderamente sería posible una red defensiva eficaz en un contexto como el que teóricamente tuvo lugar o si por el contrario sería necesaria la presencia de algún elemento externo a estas poblaciones locales para que un sistema como el tradicionalmente considerado pudiera funcionar.

No depende de mí encontrar la solución a estos interrogantes puesto que no dispongo a día de hoy de la formación apropiada pero, sin embargo, a partir de las herramientas SIG he podido evaluar el control efectivo del territorio ejercido por estas supuestas redes defensivas y su conectividad, comprobándose así si dicho control de las zonas de mayor desplazamiento que se les atribuye es real y el alcance de las comunicaciones que pudieran tener entre sí. El objetivo de todo esto es, básicamente, comprobar si efectivamente pudieron existir estas redes con un funcionamiento eficaz, al margen de la organización interna de sus componentes.

Los resultados obtenidos han sido gratamente positivos pues por lo general se ha observado una significancia estadística en las variables consideradas respectivas a la posición de la muestra y, aunque ya comparando con una muestra estadísticamente no representativa, las respectivas a la visibilidad y el control del territorio también han dado un buen resultado, observándose además cómo el porcentaje de superficie de paso cubierta por las cuencas visuales de la muestra aumentaba según lo hacía su densidad. En lo que respecta a las conexiones entre los elementos de la muestra, los cálculos de intervisibilidad muestran un gran potencial para la misma, estableciéndose sucesiones que se extienden cientos de kilómetros, un resultado bastante positivo si tenemos en cuenta, además, lo incompleto del registro por el bajo número de atalayas. En definitiva, el estudio estadístico nos indica que efectivamente parece existir alguna relación entre la ubicación de las fortificaciones andalusíes y las zonas de paso naturales relacionada a su vez con la posibilidad de controlar estas zonas desde unas fortificaciones que, si bien no tendrían por qué funcionar dentro de un sistema interconectado, tendrían la posibilidad de hacerlo.

No obstante, no debemos olvidar que estos resultados se han obtenido a partir de un criterio de coste de tiempo de desplazamiento, sin tenerse en cuenta otros factores culturales que podrían condicionar el trazado de los desplazamientos tales como la duración de una jornada de viaje o factores de atracción de las grandes ciudades. Se ha comprobado, de hecho, para los intentos de reconstrucción de los itinerarios históricos Córdoba-Mérida y Córdoba-Toledo a partir de rutas de coste mínimo (al de Miknāsa se le da el beneficio de la duda al desconocerse su ubicación real) cómo los caminos generados,

pese a pasar por las cercanías de poblaciones, no se ajustaban a los itinerarios descritos por los geógrafos musulmanes.

Entramos en las cuestiones que podrían tenerse en cuenta en el futuro para mejorar los resultados aquí obtenidos tales como la ya comentada opción de incluir otros valores en las superficies de costes tales como la atracción a grandes ciudades o la textura del terreno. Otra cuestión que, a partir del script generado en el apartado 3.3.2, sería fácil pero larga de mejorar es la eliminación de los numerosos embalses que pueblan la geografía extremeña y que a buen seguro habrán condicionado en alguna medida los resultados obtenidos. Asimismo, no hay que olvidar también que los criterios para obtener las zonas de paso podrían haber sido diferentes a partir de un MADO con pendiente isotrópica o utilizando otra ecuación de coste diferente o también podría haberse recurrido a la generación de decenas de rutas de coste mínimo. Una vía de investigación futura podría consistir en una comparativa entre estas diferentes metodologías para comprobar lo condicionados o no que estamos ante el método de trabajo que elegimos.

En cualquier caso el principal reto futuro será mejorar la caracterización de la muestra, reduciendo sus carencias para comprobar si se mantienen los mismos resultados. Una cuestión prioritaria es la de aumentar la propia muestra pues, como ya se ha comentado con anterioridad, resulta muy significativo el bajo número de atalayas en comparación con el que teóricamente debió de ser, mientras que los vacíos existentes por lo general en algunas zonas de España han de desaparecer si se pretende poder tener un retrato real del poblamiento andalusí. De la mano de esta cuestión está también el poder tener una mejor caracterización cronológica y tipológica de los elementos de la muestra para poder aspirar incluso a explorar patrones locacionales y a recrear el poblamiento desde una perspectiva diacrónica. Mitigar estas carencias en la muestra no depende exclusivamente del autor sino del conjunto de la comunidad arqueológica.

Las perspectivas de futuro incluyen también el caso de Kabbāl y su entorno, de cuyo estudio derivó este otro a gran escala. Así, si bien es verdad que los análisis a escala local aplicados aquí en el trabajo han sido poco más que exploratorios, hay también un amplio margen de mejora empezando por la muestra de minas que, a juzgar por los comentarios de los vecinos, debió de ser mucho mayor que la utilizada. Sobre la nueva muestra de minas, a su vez, sería conveniente investigar cuál podría haber tenido explotación medieval o anterior para mejorar la precisión de los análisis de captación. Otra de las cuestiones tratadas, el potencial de Kabbāl dentro de la Arqueología del Conflicto, es también una atractiva vía para desarrollar en el futuro.

En definitiva, a lo largo del presente trabajo se han analizado una serie de factores propios a la hora de caracterizar la estructuración del poblamiento en época andalusí. Los resultados obtenidos con la generación de espacios de trabajo y análisis espaciales realizados durante 4 largos meses de manera casi ininterrumpida han arrojado evidencias destacables y espacios para la reflexión. Sin embargo, se hacen palpables la necesidad de continuar estas vías en el futuro para seguir confirmando los aparentes buenos resultados y, especialmente, la necesidad de mejorar el conocimiento que tenemos de la sociedad andalusí para poder dotar a estos resultados de un trasfondo social que trascienda al público general, objetivo final de la Arqueología.

Agradecimientos

La realización de este trabajo ha resultado una experiencia enriquecedora a la par que extenuante. Durante este largo periodo de tiempo muchos han sido los actores que de una forma u otra han colaborado conmigo y que merecen su pequeño reconocimiento. En primer lugar la tutora del trabajo, Carmen. Con ella empezó todo hace ya 5 años y a ella le debo probablemente el haber acabado estudiando este máster. En segundo lugar, a Baraka Arqueólogos S.L. y en especial a Diego Lucendo, directores del proyecto arqueológico que amablemente me dejaron investigar sobre él. En tercer lugar, a Olmo de Diego y Rodrigo Moreno, fieles escuderos durante el trabajo de campo, así como a Valentín García, ilustre capillúo dispuesto a compartir su información. Además de estos, un agradecimiento a todos aquellos a los que he pedido ayuda en algún momento demostrando que no se nace aprendido: Nuria de Andrés, Enrique Cerrillo Cuenca, Francisco García Fitz, Bruno Franco Moreno, Mikel Herrán, Irmela Herzog, María Martagón, Abel Moclán y Enrique Moral... espero no olvidar a nadie. Para finalizar, otro agradecimiento a mis padres, por aguantarme.

7. Bibliografía

- AL-IDRĪSĪ. 1989. *Los caminos de Al-Andalus en el siglo XII según 'uns al-muḥay Wa-rawd Al Furay'*. Estudio, edición, traducción y anotaciones por Jassim Abid Mizal. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- ARJONA CASTRO, A. 1978. La cora de Fahs-al-Ballut, en *Actas I Congreso de Historia de Andalucía. Diciembre 1976. Andalucía Medieval. Tomo I.*: 77–86. Córdoba: Publicaciones del Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba.
- 1982. *El reino de Córdoba durante la dominación musulmana*. Córdoba: Diputación provincial de Córdoba.
- 2001. Identificación de dos topónimos importantes en el poblamiento árabe de Al-Andalus, provincia de Badajoz: Garlitos (B.Ĵ.R.L.Š.) y Balá (Navalvillar de Pela), en A. González-Rodríguez (ed.) *Actas del XXVI Congreso de la Asociación Española de Cronistas Oficiales: Badajoz, 17-19 de noviembre 2000*: 167–168. Badajoz: Editora Regional de Extremadura.
- BLASCO-RODRIGUEZ, F., RAMOS GARCÍA, M.J., ROVIRA, M.M. , SALGADO, A. y SÁNCHEZ-SEVILLA, M.A. 1986. Primeros avances de las prospecciones realizadas en la cuenca de inundación de la Presa de la Serena *Norba. Revista de historia* 7: 7–16.
- CAPDEVILA MONTES, E. 2013. Estudio diacrónico del poblamiento emiral en el valle del Tajo a través de la Arqueología del Paisaje. Trabajo de Fin de Máster, Universidad Complutense de Madrid.
- CARRASCO, G. 2007. Vías de comunicación y moneda en torno a Sisapo en época romana *Gerión Extra*: 363–373.
- CERRILLO-CUENCA, E. 2011. Recorriendo un territorio desaparecido: Restitución fotogramétrica y análisis del paisaje de la necrópolis prehistórica del vado de Alconétar, en V. Mayoral y S. Celestino (ed.) *Tecnologías de Información Geográfica y análisis arqueológico del territorio. Actas del V Simposio Internacional de Arqueología de Mérida*: 145–159. Anejos de Archivo Español de Arqueología LIX. Mérida: CSIC. Instituto de Arqueología.
- CERRILLO-CUENCA, E. y SANJOSE, J.J. 2013. Mapping and Interpreting Vanished Archaeological Features Using Historical Aerial Photogrammes and Digital Photogrammetry, en F. Contreras, M. Farjas y F.J. Melero (ed.) *Proceedings of the 38th Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*: 43–46. Oxford: Archaeopress.

- CHANDER, G. y MARKHAM, B. 2003. Revised Landsat-5 TM Radiometric Calibration Procedures and Postcalibration Dynamic Ranges *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 41: 2674–2678.
- CLEMENTE RAMOS, J. y DE LA MONTAÑA, J.L. 1994. La Extremadura cristiana (1142-1230). Ocupación del espacio y transformaciones socioeconómicas. *Historia. Instituciones. Documentos* 21: 83–124.
- CLEMENTE RAMOS, J. 2012. Ocupación del espacio y formas de explotación. Dehesas y adehesamiento en Extremadura (c. 1250-c. 1450), en F. García Fitz y J.F. Jiménez Alcázar (ed.) *La historia peninsular en los espacios de frontera: Las 'Extremaduras Históricas' y la 'Transierra' (Siglos XI-XV)*: 253–77. Cáceres-Murcia: Sociedad Española de Estudios Medievales.
- CONOLLY, J. y LAKE, M. 2009. *Sistemas de información geográfica aplicados a la arqueología*. Barcelona: Bellaterra.
- CORDERO, T. y FRANCO MORENO, B. 2012. El territorio emeritense durante la Antigüedad Tardía y la Alta Edad Media, en L. Caballero, P. Mateos y T. Cordero (ed.) *Visigodos y omeyas. El territorio*: 147–169. Anejos de Archivo Español de Arqueología LXI. Mérida: CSIC. Instituto de Arqueología.
- CÓRDOBA DE LA LLAVE, R. 2001. La fortificación en hábitat en altura Almohades. La comarca del Alto Guadiato (prov. de Córdoba) en los ss. XII-XIII, en P.L. Huerta (ed.) *La fortificación medieval en la Península Ibérica, Actas IV curso cultura medieval Centro estudios de Románico, Aguilar de Campoo, Palencia, 21-26 Septiembre 1992*: 189–200. Aguilar de Campoo: Fundación Santa María La Real, Centro de Estudios del Románico.
- DEL PINO GARCÍA, J.L. y CARPIO DUEÑAS, J.B. 1998. Los Pedroches y el despoblado medieval de Cuzna *Antiquitas* 9: 177–200.
- DOMÍNGUEZ DE LA CONCHA, C. y J. GARCÍA-BLANCO. 1991. La Tabla de las Cañas (Capilla, Badajoz). Apuntes preliminares, en *Extremadura arqueológica II*: 235–246. I Jornadas de Prehistoria y Arqueología en Extremadura.
- EIROA, J.A. 2012. Past and present of the archaeology of the alquerías *Imago Temporis. Medium Aevum* VI: 49–72.
- FÁBREGA-ÁLVAREZ, P., FONTE, J. y GONZÁLEZ-GARCÍA, F. 2011a. Mobilidade e materialidade: uma aproximação à análise da localização das estátuas-menir transfronteririças (Norte de Portugal e Sul da Galiza), en *Estelas e estátuas-menires: da Pré à Proto-história. Actas das IV Joradas Raianas (Sabugal 2009)*: 245–70. Sabugal.
- 2011b. Las sendas de la memoria. Sentido, espacio y reutilización de las estatuas-menhir en el noroeste de la Península Ibérica *Trabajos de Prehistoria* 68: 313–330.
- FÁBREGA-ÁLVAREZ, P. y PARCERO-OUBIÑA, C. 2007. Proposal for an archaeological analysis of pathways and movement *Archeologia e Calcolatori* 18: 121–40.
- FAIRÉN, S. 2004. ¿Se hace camino al andar? Influencia de las variables medioambientales y culturales en el cálculo de caminos óptimos mediante SIG *Trabajos de Prehistoria* 61: 25–40.
- FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, J. 2010. *Una aportación desde la arqueología del paisaje al conocimiento del primer poblamiento humano del valle del Trubia. Estudio geoarqueológico y análisis SIG del territorio*. Oviedo: Edirno, ediciones de la universidad de Oviedo.
- FISHER, P. 1994. Probable and fuzzy models of the viewshed operation, en M.F. Worboys (ed.) *Innovations in GIS: selected papers from the First National Conference on GIS Research UK*: 161–75. Londres: CRC Press.
- FRANCO-MORENO, B. 2005. Distribución y asentamientos de tribus bereberes (Imazighen) en el territorio emeritense en época emiral (S. VIII-X) *Arqueología y Territorio Medieval* 12: 39–50.
- 2007. El poblamiento del territorio extremeño durante el periodo Omeya de Al-Andalus (ss VIII-XI): estudio historiográfico y últimos resultados arqueológicos, en F. Hermoso Ruiz (ed.) *Octavo congreso de estudios extremeños. Libro de actas*: 571–595. Badajoz: Diputación de Badajoz.

- 2008a. De Emeria a Mārida. El territorio emeritense entre la Hispania Gothorum y la formación de al-Andalus (ss. VII-X): Transformaciones y pervivencias. Vol. II. Apéndices. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- 2008b. De Emeria a Mārida. El territorio emeritense entre la Hispania Gothorum y la formación de al-Andalus (ss. VII-X): Transformaciones y pervivencias. Vol. I. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- 2014. Poblamiento y territorio en el occidente de al-Andalus en época omeya, en J. Zozaya y G.S. Kurtz (ed.) *Bataliús III. Estudios sobre el Reino Aftasí*: 111–134. Badajoz: Gobierno de Extremadura.
- FRANCO-MORENO, B. y SILVA, F. 2001. Nueva propuesta de ubicación del emplazamiento bereber de Miknasa en el tagr al-Ādna o frontera inferior de al-Andalus *Mérida, ciudad y patrimonio. Revista de arqueología, arte y urbanismo*. 5: 159–72.
- GALÁN, E. 1993. *Estelas, paisaje y territorio en el Bronce Final del Suroeste de la Península Ibérica*. Vol. 3. Complutum Extra. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- GALMÉS, A. 2015. Visibilidad y percepción en la construcción de un paisaje prehistórico. El caso de Calviá (Mallorca, Islas Baleares) *Complutum* 26: 173–188.
- GARCÍA FITZ, F. 1998. *Castilla y León frente al Islam*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- 2000. Funciones bélicas de las fortificaciones en el medievo extremeño *Castillos de España* 118: 13–25.
- 2002. *Relaciones políticas y guerra. La experiencia castellano-leonesa frente al Islam. Siglos XI-XIII*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- 2004. Guerra y fortificaciones en la plena Edad Media peninsular: una reflexión en torno a la existencia y funcionalidad bélica de los ‘sistemas defensivos’, en F. Toro Ceballos y J. Rodríguez Molina (ed.) *Funciones de la red castral fronteriza: homenaje a Don Juan Torres Fontes : Congreso celebrado en Alcalá la Real en noviembre de 2003*: 223–242. Jaen: Diputación Provincial de Jaén.
- GARCÍA-VUELTA, Ó. y MOYANO, A.I. 2000. Algunos datos para el estudio de la evolución del paisaje cultural en las estribaciones meridionales de Sierra Morena. El término municipal de Obejo. *Antiquitas* 11-12: 65–82.
- GIBELLO, V.M. 2006. *El poblamiento islámico en Extremadura. Territorio, asentamientos e itinerarios*. Mérida: Junta de Extremadura.
- GILOTTE, S. 2002. La Villeta de Azuquén: une fortification du Xe-Xie siècle dans la région de Trujillo (province de Cáceres), en *Mil Anos de Fortificações a Península Ibérica e no Magreb (500-1500)*. Actas do Simpósio Internacional sobre Castelos: 825–832. Lisboa: Edições Colibri.
- GÓMEZ-GUTIÉRREZ, Á., SCHNABEL, S., LAVADO CONTADOR, F. y GARCÍA MARÍN, R. 2011. Testing the quality of open-access DEMs and their derived attributes in Spain: SRTM, GDEM and PNOA DEM *Geomorphometry*, 53–56.
- GONZÁLEZ-RUIBAL, A. 2013. *Arqueología de la Batalla Olvidada*. Instituto de Ciencias del Patrimonio. CSIC. <http://digital.csic.es/handle/10261/81034>.
- GÜMIL-FARIÑA, A. y C. PARCERO-OUBIÑA. 2015. ‘Dotting the joins’: a non-reconstructive use of Least Cost Paths to approach ancient roads. The case of the Roman roads in the NW Iberian Peninsula *Journal of Archaeological Science* 54: 31–44.
- HERZOG, I. 2013a. The Potential and Limits of Optimal Path Analysis, en A. Bevan y M. Lake (ed.) *Computational Approaches to Archaeological Spaces*: 179–211. Walnut Creek: Left Coast Press.
- 2013b. Theory and Practice of Cost Functions, en F. Contreras, M. Farjas y F.J. Melero (ed.) *Proceedings of the 38th Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*: 375–82. Oxford: Archaeopress.
- 2014a. A review of case studies in archaeological least-cost analysis *Archeologia e Calcolatori* 25: 223–39.
- 2014b. Least-cost Paths. Some metodological issues *Internet Archaeology* 36. http://intarch.ac.uk/journal/issue36/herzog_index.html.

- 2014c. Calculating accessibility, en G. Earl, T. Sly, A. Chrysanthi, P. Murrieta-Flores, C. Papadopoulos, I. Romanowska y D.W. Wheatley (ed.) *Archaeology in the Digital Era. Papers from the 40th Annual Conference of Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA), Southampton, 26-29 March 2012*: 720–734. Amsterdam: Amsterdam University Press.
- HIGUCHI, T. 1983. *The visual and spatial structure of landscape*. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology.
- LLOBERA, M. 2000. Understanding movement: a Pilot Model Towards the Sociology of Movement, en G. Lock (ed.) *Beyond the Map: Archaeology and Spatial Technologies*: 66–84. Washington DC: IOS Press.
- 2012. Life on a Pixel: Challenges in the Development of Digital Methods Within an ‘Interpretative’ Landscape Archaeology Framework *Journal of Archaeological Method and Theory* 19: 495–509.
- LLOBERA, M., FÁBREGA-ÁLVAREZ, P. y PARCERO-OUBIÑA, C. 2011. Order in movement: a GIS approach to accessibility *Journal of Archaeological Science* 28: 843–51.
- LLOBERA, M. y SLUCKIN, T.J. 2007. Zigzagging: Theoretical insights on climbing strategies *Journal of Theoretical Biology* 249: 206–17.
- LOCK, G., KORMANN, M. y POUNCETT, J. 2014. Visibility and movement: towards a GIS-based integrated approach, en S. Polla y P. Verhagen (ed.) *Computational approaches to the study of movement in archaeology: theory, practice and interpretation of factors and effects of long term landscape formation and transformation*: 23–42. Berlin: De Gruyter.
- LÓPEZ MARTÍNEZ DE MARIGORTA, E. 2012. La vía califal entre Córdoba y Toledo. Propuesta metodológica de integración de la ruta en su entorno físico mediante SIG *Arqueología y Territorio Medieval* 19: 33–58.
- MALPICA, A. 2003. *Los castillos en Al-Andalus y la organización del territorio*. Cáceres: Universidad de Extremadura.
- MARTAGÓN, M. 2009. Qurtuba y su territorio: una aproximación al entorno rural de la ciudad islámica *Anejos de anales de arqueología cordobesa* 2: 303–26.
- MELERO CABAÑAS, D. 2003. *Ciudad real: Tierra de castillos*. Ciudad Real: Diputación de Ciudad Real.
- MINETTI, A.E., MOIA, C., ROI, G., SUSTA, D. y FERRETTI, G. 2002. Energy cost of walking and running at extreme uphill and downhill slopes *Journal of Applied Physiology* 93: 1039–46.
- MOLERO, J. 2005. El primitivo castillo de Chillón, en *Actas del II Congreso de Castellología Ibérica*: 481–490. Madrid: Asociación Española de Amigos de los Castillos y Diputación de Teruel.
- MORENO-GARCÍA, R. y SCHNELL, P. 2000. Una fortificación prehistórica y medieval en la Siberia extremeña: el Peñón de Lares (Badajoz) *Castillos de España* 128: 27–39.
- MURRIETA-FLORES, P. 2012. Understanding human movement through spatial technologies. The role of natural areas of transit in the Late Prehistory of South-western Iberia *Trabajos de Prehistoria* 69: 103–122.
- MURRIETA-FLORES, P., GARCÍA SANJUÁN, L. y WHEATLEY, D. 2014. Modelando la movilidad y el movimiento a través de los SIG. Estudios de caso en la Prehistoria Reciente de Sierra Morena Occidental, en E. García Alfonso (ed.) *Movilidad, contacto y cambio. II Congreso de Prehistoria de Andalucía. Antequera, 15, 16 y 17 de Febrero de 2012*: 77–92. Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería de Educación, Cultura y Deporte.
- PARCERO-OUBIÑA, C. 2013. Midiendo decisiones locacionales. Una aproximación a la evaluación de la defensibilidad efectiva de sitios arqueológicos fortificados *Comechingonia* 17: 57–82.
- PARCERO-OUBIÑA, C., FÁBREGA-ÁLVAREZ, P., GÜIMIL-FARIÑA, A., FONTE, J. y VALDEZ, J.. 2013. Castros, caminos, rutas y ocupación del espacio. Modelización y análisis de las formas de movilidad asociadas a los asentamientos de la Edad del Hierro a través de herramientas SIG, en F. Criado-Boado y A. Martínez-Cortizas (ed.) *Petroglifos, paleoambiente y paisaje: estudios interdisciplinares del arte rupestre de Campo Lameiro (Pontevedra)*: 171–186. TAPA 42. Madrid: CSIC.
- PASTOR, M. y PACHÓN, J.A. 1998. Mirobriga Turdulorum: Investigación histórico-arqueológica. (ed.) J. Mangas y J. Alvar *Homenaje a José María Blázquez* 5: 259–92.

- PAVÓN, I. y DUQUE, D.M. 2010. La nueva estela de guerrero de las Bodeguillas (Esparragosa de Lares, Badajoz) y el paisaje cultural del final de la Edad del Bronce en La Serena *SPAL: Revista de prehistoria y arqueología de la Universidad de Sevilla* 19: 111–128.
- PAYNE-GALLWEY, R. 1995. *The book of the crossbow*. Nueva York: Dover Publications Inc.
- PUCHE, O. y GARCÍA-BLANCO, J. 1990. Estudio sobre la minería antigua en los términos municipales de Garlitos, Capilla, Peñalsordo y Zarzacapilla (Badajoz) *Industria Minera* 303: 55–63.
- RETUERCE, M. 1995. La Meseta Islámica como tierra de frontera, en *Alarcos'95. El fiel de la balanza*: 81–98. Toledo: Servicio de Publicaciones de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
- RUA, H., GONÇALVES, A.B. y FIGUEIREDO, R. 2013. Assessment of the Lines of Torres Vedras defensive system with visibility analysis *Journal of Archaeological Science* 40: 2113–2123.
- RUBIO-CAMPILLO, X., CELA, J.M. y HERNÁNDEZ-CARDONA, J.M. 2013. The development of new infantry tactics during the early eighteenth century: a computer simulation approach to modern military history *Journal of simulation* 7: 170–82.
- RUESTES, C. 2008. A Multi-technique GIS Visibility Analysis for Studying Visual Control of an Iron Age Landscape *Internet Archaeology* 23.
- RUÍBAL, A. 1987. El castillo de Capilla *Castillos de España* 94: 19–30.
- 2004. De Santa Eufemia a Manzaire: El conjunto minero de Almadén ¿Una organización militar de frontera?, en *V Estudios de frontera. Funciones de la red castral fronteriza*: 705–722. Jaén: Diputación Provincial de Jaén.
- SCHNELL, P. y MORENO-GARCÍA, R. 2005. Asentamientos fortificados en la comarca de Almadén (Ciudad Real), en *Actas del II Congreso de Castellología Ibérica*: 481–90. Madrid: Asociación Española de Amigos de los Castillos y Diputación de Teruel.
- SEÑORÁN, J.M., DE LA PRESA, P., RUIZ-GÁLVEZ, M. y DE TORRES, J. 2014. Connecting Data. GIS and the Human History of the Oukaïmeden Valley *Complutum* 25: 211–25.
- TOBLER, W. 1993. Non-isotropic geographic modeling *Technical Reports* 93. 1993.- Tobler.PDF. http://www.ncgia.ucsb.edu/Publications/Tech_Reports/93/93-1.PDF.
- TRIPCEVICH, N. 2009. II. Cost-Distance Analysis *MapAspects.org*. <http://mapaspects.org/node/3744>.
- URIARTE, A. 2005. Arqueología del Paisaje y Sistemas de Información Geográfica: una aplicación en el estudio de las sociedades protohistóricas de la cuenca del Guadiana Menor (Andalucía oriental), en A. Blanco, C. Cancelo y A. Esparza (ed.) *Bronce Final y Edad del Hierro en la Península Ibérica*: 603–621. Salamanca: Ediciones Universidad Salamanca.
- URIARTE, A., VICENT GARCÍA, J., CHAPA BRUNET, M.T., MAYORAL HERRERA, V., PEREIRA SIESO, J. y CABRERA DÍEZ, A. 2008. Elaboración de mapas de usos potenciales del suelo a partir de datos de teledetección para estudios de arqueología del paisaje: las sociedades protohistóricas den el valle del Guadiana Menor (Andalucía Oriental), en S. Rovira Llorens, M. García Heras, M. Gener Moret y I. Montero Ruiz (ed.) *Actas del VII Congreso Ibérico de Arqueometría*. Madrid: CSIC. <http://digital.csic.es/handle/10261/11403>.
- VERHAGEN, P., POLLA, S. y FROMMER, I. 2014. Finding Byzantine junctions with Steiner trees, en P. Verhagen y S. Polla (ed.) *Computational approaches to the study of movement in archaeology: theory, practice and interpretation of factors and effects of long term landscape formation and transformation*: 73–97. Berlin: De Gruyter.
- WHEATLEY, D. 2012. Connecting landscapes with built environments: visibility analysis, scale and the senses, en E. Paliou, U. Liebewirth y S. Polla (ed.) *Spatial Analysis and Social Spaces: Interdisciplinary Approaches to the Interpretation of Historic and Prehistoric Built Environments*: 1–16. Berlin: De Gruyter.
- WHEATLEY, D. y GILLINGS, M. 2000. Vision, perception and GIS: some notes on the development enriched approaches to the study of archaeological visibility, en G. Lock (ed.) *Beyond the Map: Archaeology and Spatial Technologies*: 1–27. Washington DC: IOS Press.

YUBERO-GÓMEZ, M., RUBIO-CAMPILLO, X., LÓPEZ-CACHERO, F.J. y ESTEVE-GRÀCIA, X. 2015. Mapping changes in late prehistoric landscapes: A case study in the Northeastern Iberian Peninsula *Journal of Anthropological Archaeology* 40: 123–34.